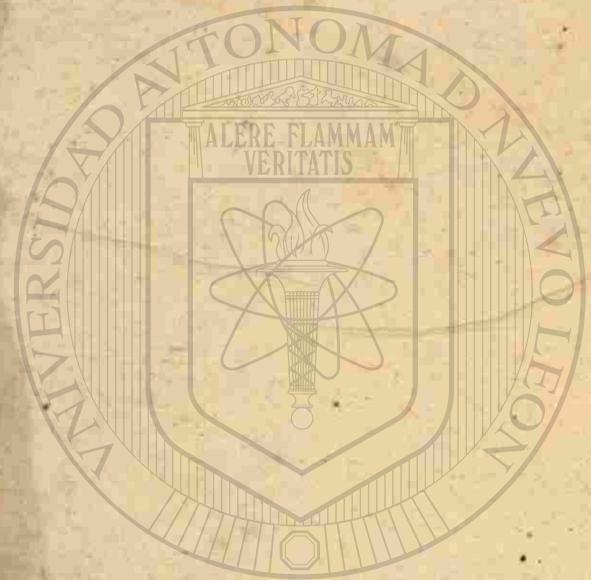


CURSO  
ELEMENTAR  
DE FÍSICA

RALD

QC7  
G66

PROPIEDAD  
DE  
FELICITOS VILLAREAL.



DE FÍSICA

ELEMENTOS DE GEOGRAFÍA

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





CURSO ELEMENTAL

# DE FÍSICA,

— POR —

*D. Venancio Gonzalez Valledor*

CATEDRATICO DE DICHA ASIGNATURA EN LA  
UNIVERSIDAD DE MADRID,

Y

## ELEMENTOS DE GEOGRAFIA,

Por *D. Joaquin Avendaño,*

publicados

CON MUY CONSIDERABLES ADICIONES

SOBRE LA HISTORIA

DE LA FÍSICA, METEOROLOGIA, QUÍMICA, ESPLICACION Y USO DEL DAGUERREOTIPO, KALEIDESCOPIO Y GEOGRAFIA DE MEXICO, PARA EL USO DEL SEMINARIO TRIDENTINO [DE MICHOACAN, Y ACOMODADOS A TODOS LOS COLEGIOS DE LA REPUBLICA,

POR EL DR.

*José María Díez de Sollano,*

RECTOR DEL COLEGIO DE SAN GREGORIO.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA



MEXICO: 1850.

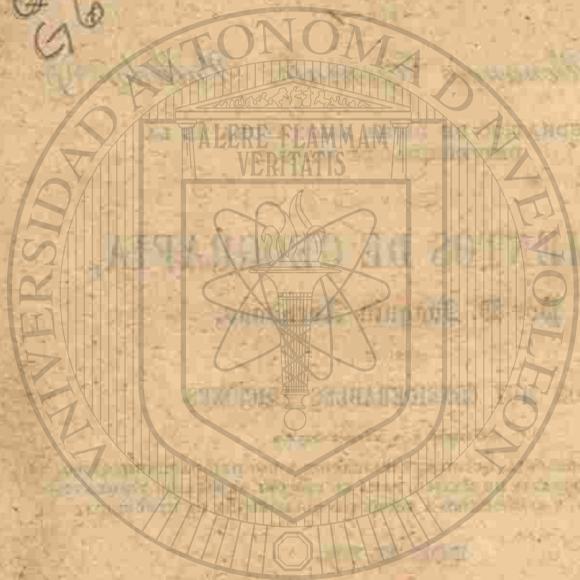
BIBLIOTECA

TIPOGRAFIA DE R. RAFAEL, CALLE DE CADENA  
NUMERO 13

000118

566  
995  
007

DE FÍSICA



CURSO  
ELEMENTAL  
 DE FÍSICA.

U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



MEXICO 1980  
 PROGRAMA DE LICENCIATURA EN FÍSICA  
 CENTRO DE ESTUDIOS DE FÍSICA

00018



---

## INTRODUCCION

tomada de la

# FISICA DE LEGRAND.

COMPENDIO DE LA HISTORIA DE LA FISICA,

TRADUCIDA PARA ESTA OBRA,

Por un pasante del Colegio Nacional de San Gregorio, bajo  
la direccion del editor.

**P**UEDE hacerse remontar el origen de la Física á los Brachmanes, á los magos y á los sacerdotes del Egipto. En este pais es donde parece que debe colocarse la cuna de todas las ciencias.

La Física no era entonces el estudio de los fenómenos naturales que se presentan sin cesar á nuestra vista. Los fisicos de aquella remota antigüedad, despreciando lo que era visible y cierto, quisieron conocer la naturaleza de las cosas; y lo que debe notarse, por otra parte, es que los filósofos que en una época mucho mas cercana á la nuestra, han querido explicar esa naturaleza íntima de las cosas, no han hecho muchas veces sino reproducir en otros términos las opiniones emitidas por los antiguos; y Leibnitz, Descartes, Locke, Malebranche, Newton, Buffon mismo, al hablar de la Física general, han copiado algunas veces, palabra por palabra, á Pitágoras, Platon, Heráclito, Aristóteles etc.

Los Egipcios tenian menos conocimiento en la Física propiamente dicha que en la Astronomía: sin embargo, no ignoraban las virtu-



---

## INTRODUCCION

tomada de la

# FISICA DE LEGRAND.

COMPENDIO DE LA HISTORIA DE LA FISICA,

TRADUCIDA PARA ESTA OBRA,

Por un pasante del Colegio Nacional de San Gregorio, bajo  
la direccion del editor.

**P**UEDE hacerse remontar el origen de la Física á los Brachmanes, á los magos y á los sacerdotes del Egipto. En este pais es donde parece que debe colocarse la cuna de todas las ciencias.

La Física no era entonces el estudio de los fenómenos naturales que se presentan sin cesar á nuestra vista. Los fisicos de aquella remota antigüedad, despreciando lo que era visible y cierto, quisieron conocer la naturaleza de las cosas; y lo que debe notarse, por otra parte, es que los filósofos que en una época mucho mas cercana á la nuestra, han querido explicar esa naturaleza íntima de las cosas, no han hecho muchas veces sino reproducir en otros términos las opiniones emitidas por los antiguos; y Leibnitz, Descartes, Locke, Malebranche, Newton, Buffon mismo, al hablar de la Física general, han copiado algunas veces, palabra por palabra, á Pitágoras, Platon, Heráclito, Aristóteles etc.

Los Egipcios tenian menos conocimiento en la Física propiamente dicha que en la Astronomía: sin embargo, no ignoraban las virtu-

des atractivas y repulsivas del imán. Ha llegado á suponerse que la evocacion de sus muertos se practicaba con la *fantasmagoria*; si este hecho fuera cierto, resultaria que las combinaciones ópticas les eran familiares. Del Egipto las nociones adquiridas en Física pasaron á los griegos: entre estos Thales [640 años antes de J. C.] parece ser el primero que se entregara al estudio de la naturaleza. Lo que debe ponerse fuera de duda es, que despues comenzaron á cultivarse muchos ramos de las ciencias naturales en las escuelas de Pitágoras, de Platon y de los Peripatéticos que las estendieron en Italia, y de allí en toda la Europa. Sabios recomendables creen que Thales fué el primero que observó los fenómenos eléctricos producidos por el ámbar cuando se frota. Aun tuvo algunas nociones de la *pyro-electricidad*, que hoy ocupa tanto los espíritus, puesto que habia advertido que la turmalina elevada su temperatura, presenta fenómenos análogos á los del ámbar.

Pero Pitágoras (600 años antes de J. C.) debe considerarse como el primer fisico de aquellos remotos tiempos, y en su hermoso sistema de la *armonia de la naturaleza* encontramos á cada momento, sobre la gravitacion y sobre la acústica, ideas que nunca han dejado de ser verdaderas. Escuchemos á Gregory y á Maclaurin que ponen las siguientes palabras en boca de este antiguo filósofo:

• “Una cuerda de música, dice Pitágoras, da los mismos sonidos que otra de doble longitud, cuando la tension de esta última es cuádrupla; y la *gravidad de un planeta es cuádrupla de la gravidad de otro que esté á una distancia doble*. En general, para que una cuerda de música se ponga al unísono con una mas corta de la misma especie, su tension debe aumentarse en la misma proporcion que aumenta el cuadrado de su longitud. *Y para que la gravidad de un planeta llegue á ser igual á la de otro mas cercano al sol, debe aumentarse á proporcion que el cuadrado de su distancia al sol es mayor*. Si suponemos, pues, unas cuerdas de música tendidas del sol á cada planeta, para que estas cuerdas lleguen á ser unisonas, seria preciso aumentar ó disminuir su tension en las mismas proporciones necesarias para igualar las gravidades de los planetas (\*).

(\*) Gregorii astronomica elementa; Maclaurin sistemas de los filósofos, en un discurso preliminar á la filosofia de Newton.

Pitágoras descubrió tambien las propiedades de la *octava*, la *cuarta* y la *quinta*. Hé aquí como se dice que estableció las relaciones numéricas de estos tres intervalos. Oyó á unos herreros que estaban trabajando, y los sonidos de sus martillos daban la octava, la cuarta y la quinta. Entró á la herrería é hizo pesar los martillos; y habiendo aplicado á unas cuerdas tendidas por pesos estos nuevos tonos, formó el *diapason diatónico* de donde dedujo el *chromático* y el *armónico*.

Pero una cosa mucho mas curiosa por otra parte, es ver al mismo Pitágoras explicar la vision, adivinar que la luz solar es el origen de los diversos colores que animan á los cuerpos. “*Los colores*, dice este gran genio, *no son sino una reflexion de la luz modificada, de diferentes maneras*.” Plutarco (\*), al hablar de los pitagóricos, refiere su opinion sobre la vision, y dice: “*Muchos de entre ellos parecen pensar que la vision resulta de la accion de algunos rayos solares que cayendo sobre un cuerpo se introducen en él, y vuelven despues hácia el ojo*.” Estos mismos discípulos de Pitágoras daban la razon de la diferencia de los colores haciéndolos resultar de una mezcla de los elementos de la luz (†).

Pitágoras no tenía ideas menos rectas sobre este fluido infinitamente sutil, que verosímilmente llena el espacio inmenso en el que los astros verifican sus revoluciones. Diógenes de Laercio y Heracles refieren que decia que “el aire que rodeaba nuestra tierra era impuro y heterogéneo; pero que el aire de las regiones superiores era puro y homogéneo: le llamaba *ether* libre exhausto de toda materia que penetra libremente los poros de todos los cuerpos.”

Las ideas de Platon (429 años antes de J. C.) sobre la Física fueron análogas á las de Pitágoras, y cuando se leen sus escritos sobre los colores, casi se llega á pensar que el inmortal Newton los tomó de modelo al trazar muchas páginas de su *tratado de Optica*; Plutarco le hace explicarse así. “Los colores son efecto de la luz reflejada por los cuerpos: esta luz resulta de la reunion de pequeñas mo-

(\*) Plutarco lib. 4 cap. 13.

(†) Plutarco, lib. 1. cap. 15.

lécúlas proporcionadas al órgano de la vista" (\*). El mismo dice en su *Timeo*: "El color no es otra cosa sino la luz emitida de los cuerpos, luz cuyas moléculas son á propósito para afectar el órgano de la vista (†)."

¿No se creería leer á Newton que dice, lib. 3, cuest. 13 de su *tratado de Optica*: "Las diferentes sensaciones de cada color particular se escitan en nosotros por la diferencia de volúmen de las pequeñas partículas de luz de que está formado cada rayo; estas pequeñas partículas dan idea de los diversos colores, segun la vibración mas ó menos viva que afecta nuestros órganos?" Pero Platon avanza mucho mas; entra en numerosos detalles sobre la composición de los colores: trata de investigar "cuales son los que deben provenir de la mezcla de los diferentes colores de que está compuesta la luz (‡)" y todos los detalles que refiere sobre este asunto, enumerando los tintes que resultan de las mezclas de ciertos colores, son absolutamente verdaderos.

Parece probable que aun antes de Platon, se conocían las propiedades de los vidrios cóncavos ó espejos astorios, para concentrar la luz solar en un solo punto é inflamar los cuerpos colocados en él. Daremos como una prueba de esta asercion, un diálogo entre Sócrates y Strepsiades, sacado de la primera escena del segundo acto de una comedia de Aristófanes (*Las nubes*). Strepsiades, viejo estúpido, ha encontrado un medio de no pagar sus deudas, quemando las citas de la justicia que le presentaran. Hé aquí sus palabras: *Strepsiades*. ¿Has visto en casa de los droguistas esa hermosa piedra trasparente que sirve para prender fuego? *Sócrates*. Creo que quieres hablar del vidrio. *Str*. Justamente. *Sóc*. ¿Y bien! ¿qué quieres hacer con él? *Str*. Cuando me presenten una cita, tomaré una de esas piedras, y presentándola al sol fundiré desde lejos la cita (§).

*Timeo* de Locres, contemporáneo y discípulo de Platon, nos ha dejado escritos que prueban que si no fué él el primero que descubrió

(\*) Plutarchii de placitis philosophorum.

(†) Platonis *Timeus*, tom. 3, p. 67.

(‡) Platonis *Timeus*, tom. 3, p. 68.

(§) La cosa no era difícil, pues en aquella época se escribía en cera colocada sobre planchas de madera.

la electricidad, lo fué al menos en investigar la razon del fenómeno que los modernos atribuyen al fluido eléctrico; y queriendo dar razon de la propiedad de atraer los cuerpos del ámbar frotado, dice: "que es porque sale del ámbar una materia sutil (*πνευματος* un espíritu), por medio de la cual atrae á sí otros cuerpos (\*)." No hemos encontrado en los modernos una esplicacion mejor de los fenómenos eléctricos. Por lo demas, hasta esto se limitan los conocimientos de los filósofos griegos sobre la electricidad.

Algunos libros de los antiguos filósofos que han llegado hasta nosotros, prueban evidentemente que habia ideas limitadas, pero rectas, sobre la gravitacion universal, sobre las fuerzas centripeta y centrifuga. Sabian que los astros describen curvas, que el movimiento curvilíneo es el resultado de la combinacion de dos fuerzas, una que tiende á hacerlos mover en línea recta, y otra segun una línea perpendicular, cuyo efecto combinado debe hacerles recorrer curvas.

Aristóteles [384 años antes de J. C.] reunió las ideas de Thales, de Pitágoras, de Platon, de *Timeo* de Locres; unió á ellas las suyas, y aun ahora debemos admirar la rectitud de sus opiniones sobre la materia y los cuerpos. Dice que los principios de los cuerpos son la materia, la privacion y la forma. La materia es el primer principio de todo, el objeto de todo; es indiferente á todo. La forma le es esencial para constituirla en alguna especie determinada. La privacion es lo que distingue á un ser de todos los que no son él. Así la materia es indiferente para llegar á ser rosa ó caballo; pero cuando llega á ser una de estas dos cosas, queda privada de lo que la haria oro ó diamante. Al mismo tiempo que Aristóteles reconoce que la materia puede moverse, dice sin embargo, que es indiferente al movimiento; que este no le es esencial; habia, pues, reconocido su inercia. No ignoró absolutamente la naturaleza del aire. Aun debemos pensar que habia sentido su gravedad y peso, supuesto que habla de una vejiga llena de aire mas pesada que una sin él (†). Tuvo ideas sumamente rectas sobre el sonido. "El sonido, dice, resulta de las vibraciones del aire; y el eco consiste en la reflexion

(\*) *Timeus* de Locres, editio Serrani, p. 102.

(†) Aristóteles opera, Parisiis 1629, tom. 1, p. 490.

de este fluido, vibrando sobre una superficie cóncava." Al engañarse sobre la naturaleza del fuego, esplicó muy bien sin embargo la fusion de los cuerpos, diciendo: "que las partículas igneas funden los metales introduciéndose entre sus moléculas."

Architas, que fué contemporáneo de Aristóteles (398 años antes de J. C.) puede considerarse como el padre de la física mecánica. Inventó la polea y el tornillo; y segun el dicho de Diógenes de Laercio, trabajó todo el tiempo de su vida en fundar una teoría de las máquinas. Arquímedes (287 años antes de J. C.) adicionó la nueva ciencia creada por Architas. Sus ideas sobre la estática de los cuerpos sólidos, fueron absolutamente rectas. Inventó las poleas movibles, y estableció ese principio incontestable de que no hay fardo que no pueda levantarse con ayuda de la palanca, ó elevarse del suelo multiplicando las poleas. A Arquímedes pertenece tambien la invencion del tornillo sin fin. Pero el descubrimiento que pone el colmo á su reputacion, es el del *peso específico* de los cuerpos. Al sumergirse en el baño notó que desalojaba un volúmen de agua igual al de su propio cuerpo, y valiéndose de este dato construyó la *balanza hidrostática*. Todos saben el espantoso uso que hizo de la concentracion de los rayos solares en el foco de un espejo cóncavo.

Al nombre de Arquímedes deben añadirse los de Ctesibio [130 años antes de J. C.] y Hieron (120 años antes de J. C.). El primero inventó la *clepsydra* y las *bombas aspirantes* que se esplicaban en aquella época con el *horror del vacío*. Hieron conoció la elasticidad del aire, y construyó una fuente de compresion en la que la presión del aire hacia saltar el agua.

La refraccion de la luz, adivinada por Posidonio, (80 años antes de J. C.) fué perfectamente concebida por Cleomedes (que vivió algunos años antes de la era cristiana), que se sirvió de ella para esplicar el falso juicio que tenemos de la elevacion de los astros sobre el horizonte, diciendo que los rayos desprendidos del astro encuentran un aire cargado de vapores que los hace descender á nuestra vista, y hace que percibamos aun, el astro en el horizonte á pesar de haber cesado de estar en él; lo mismo que un objeto colocado en el fondo de un vaso, é invisible cuando el primero está seco, comienza á percibirse tan luego como se echa en él agua.

Trasladada de la Grecia á Roma, la Física permaneció estacionaria. Su primer intérprete fué Lucrecio (100 años antes de J. C.). Este poeta sustituyendo sus propias opiniones á las de los filósofos griegos, cayó en los mas groseros errores; esplicó la vision y el olfato, diciendo que *ciertos simulacros emanaban de los cuerpos y venían á herir nuestra vista y nuestro olfato*. Despues de Lucrecio, Séneca [6 años antes de J. C.], Plinio (23 años antes de J. C.) y Plutarco (50 años antes de J. C.), fueron los únicos escritores que se ocuparon de la ciencia, cuya historia hemos emprendido trazar.

El primero tuvo nociones de la propiedad que tienen los vidrios convexos de aumentar los objetos, y el prisma de descomponer la luz solar; pero no supo sacar partido de este doble descubrimiento. Puede asegurarse que habia reconocido tambien la elasticidad del aire, pues dice hablando de este fluido: "Se contrae y se dilata; cuando cesa de estar libre, se esfuerza para conseguir su libertad (\*)."

Plinio fué mas bien naturalista que fisico, y Plutarco solo hizo servicios á la Física relatando exactamente las opiniones de los diversos hombres cuya historia escribió. Sin embargo, no debemos olvidar decir que anunció la desviacion que experimenta un rayo luminoso al pasar de un medio mas raro á otro mas denso.

Hemos dicho lo que sabian los antiguos: ciertamente si se comparan sus conocimientos sobre la física á los nuestros, se les encontrará muy limitados; pero si se reflexiona que les faltaban todos los medios de investigacion con que ahora contamos, si se piensa que han debido adivinarlo todo con solo la fuerza de su genio, no podrá menos de tributárseles la mas justa admiracion.

Hemos llegado á la época en que todas las ciencias desaparecieron de la Europa; la física experimentó necesariamente la misma suerte. Los Arabes, segun parece, recogieron los conocimientos de los griegos y romanos sobre la física. Entre ellos debemos distinguir sobre todo á Alhasent (1038 años antes de J. C.); le debemos el primer *tratado de óptica* conocido. Se sospecha que lo sacó de las obras perdidas de Ptolomeo. Este tratado está lleno de ideas rectas sobre la distancia y el volúmen aparente de los cuerpos. El cre-

(\* ) *Questiones naturæ*, lib. 1, cap. 7.

púsculo está explicado con la refraccion de los rayos luminosos.

Sin embargo, á mediados del siglo XII, las letras renacen en Europa. Federico II, emperador de los romanos, (1220) y Alfonso X, rey de Castilla y Leon, que fué llamado el *Sabio y el Astrónomo* (1252), fueron los protectores ilustres de los sabios de aquella época. En este tiempo los Arabes transmitieron á la Europa las nociones de física de los griegos y los romanos, tales como las habian recibido. Algunos médicos naturalistas procuraron hacer renacer la física; pero sus esfuerzos fueron vanos; la alquimia, la astrologia, reinaban aun despóticamente. Tambien las ciencias físicas deben mucho á Rogerio Bacon (1240) bajo el aspecto de que atacó las preocupaciones que existian, desvaneció un gran número de errores y enseñó en fin á sus contemporáneos el arte de pensar y raciocinar. Es preciso añadir que conoció perfectamente las propiedades de los vidros convexos y las describió (\*).

Hácia fines del mismo siglo XIII se inventaron los anteojos. Parece que este descubrimiento se debe á un Florentino llamado Salvino degli Armati. Esta es la opinion de Manni, que la funda en un monumento que existia en la catedral de Florencia á principios del siglo XVII. Este monumento tenia la siguiente inscripcion:

QUI GIACE SALVINIO D'ARMATO  
DE L'ARMATI DE FLORENCE,  
INVENTOR DEL ACHIALI ETC.

MCCCVII.

Probablemente á este Salvino arrancaria el hermano Alessandro di Spina el secreto de un descubrimiento que publicó como suyo.

Un solo descubrimiento, muy importante por cierto, ilustró el siglo XIV, éste fué el de la brújula, que inventó Flavio Gioia d' Amalfi (†). La física parece caer en el olvido durante todo el siglo XV.

(\*) Opus majus, p. 357.

(†) Un gran número de sabios disputan á Flavio Gioia d' Amalfi el descubrimiento de la brújula. Y es preciso confesar que sus raciocinios son algo probables. Está fuera de duda que la facultad directriz del iman fué conocida con mucha anterioridad á Gioia, y algunos autores piensan que los chinos la habian apli-

Pero una nueva era se abrirá para ella. Esta hermosa ciencia va á adelantar á pasos agigantados.

Ticho-Brahe (nacido en 1546 y muerto en 1601), tan célebre por sus conocimientos astronómicos, contribuyó á los progresos que hizo la física en el siglo XVI, por el cuidado con que construyó instrumentos y máquinas, cuya exactitud y buena disposicion son tan esenciales para el estudio de los fenómenos físicos. Los conocimientos que existian sobre la luz se aumentaron entonces, Maurolico de Messina (nacido en 1494 y muerto en 1575) dejó detalles interesantes sobre la vision que fueron publicados despues de su muerte, señaló los defectos de la vista y los medios de remediarlos. J. B. Porta (muerto en 1616) inventó la cámara oscura y añadió este descubrimiento á las nociones dadas por Maurolico sobre la vision. Porta, á quien algunos sabios atribuyen la invencion del telescopio, tuvo ideas muy exactas sobre los vidrios cóncavos y convexos, y sobre los medios de combinarlos para acomodarlos á la vista. Antonio Dominis describió la forma del arco-iris; y ésta es la descripción que

acado á la navegacion mas de mil años antes de J. C. Como quiera que sea, parece que Gioia perfeccionó sobremanera esta facultad directriz. En los siglos XII y XIII, la brújula no consistia sino en una aguja imanada que se hacia nadar en un vaso por medio de un pedazo de corcho. Los navegantes la llamaban *rana* ó *calamita*. Gioia en 1303 suspendió esta misma aguja sobre un eje: esto es lo que quiere indicar Antonio Panormitano con este verso:

Prima dedit nautis usum magnetis Amalphis.

Amalfi fué el primero que enseñó al navegante á servirse del iman.

No podrá dudarse de la importancia de semejante perfeccion si se reflexiona cual era la timidez de los pilotos cuando no poseian sino la calamita, y cual su audacia cuando poseyeron la brújula de Amalfi. Perfeccionar de este modo es inventar.

Despues los franceses añadieron á la aguja suspensa de Gioia la *rosa de los vientos*, y señalaron el Norte con una flor de lis que se encuentra en las rosas náuticas mas antiguas, y que parece atestiguar que ellos la inventaron. Parece que los ingleses no tardaron en encerrar la aguja de Gioia en una caja, *box* ó *boxel* de donde se derivó la palabra brújula [\*]. Los alemanes sin embargo, reclaman los nombres de los vientos Este, Oeste, Sud, Norte, y aun el nombre de boussole. No nos nos parecen suficientes los títulos en que se apoyan.

[\*] En frances boussole.

se encuentra con ligeras modificaciones en los tratados de física moderna. Dominis, sin embargo, no llegó á establecer los diferentes grados de refrangibilidad de los rayos luminosos: este gran descubrimiento estaba reservado al genio de Newton.

A pesar de los progresos de muchos ramos de las ciencias físicas, se echa de ver que ningunas nociones nuevas se habian adquirido sobre la electricidad y el magnetismo; y á mediados del siglo XVI no se sabia sobre estas materias mas de lo que habia sabido Thales, muerto hacia veinte siglos. Gilberto (nacido en 1540 y muerto en 1603) hizo de la electricidad y del magnetismo el objeto de sus investigaciones, y dió á conocer mejor la naturaleza de estos dos agentes químicos. Flavio Gioia habia descubierto la *direccion* del iman, el Veneciano Sebastian Cabot añadió á este descubrimiento el de su *declinacion*. Poco despues el inglés Guillermo el Normando descubrió la *inclinacion*.

Gilberto enseñó al mundo sabio, que los polos del mismo nombre se rechazan y los diferentes se atraen; que por consiguiente que el polo austral de un iman se dirige hácia el norte de la tierra y viceversa. Gilberto reconoció tambien, que un gran número de sustancias adquieren por la frotacion propiedades semejantes á las del ámbar. Consideró á la electricidad y al magnetismo como dos fluidos absolutamente diversos.

El siglo XVII dió grande impulso á la física, principalmente en Alemania, y en donde se hicieron brillantes descubrimientos. En Francia René Descartes (nacido en 1596 y muerto en 1651) puso en circulacion y demostró muchas ideas nuevas. Estableció como un principio la perfecta inercia de la materia y su indiferencia absoluta. Determinó muchas leyes que presiden el movimiento; pero lo que no se admirará demasiado, es que este gran genio, estraviado por una imaginacion demasiado ardiente ni aun sospechó las modificaciones que sufre el movimiento por la aplicacion de las fuerzas que obran en distintos sentidos.

Descartes fué el primero que inventó dar una esplicacion mecánica de los fenómenos luminosos. Supuso la existencia de un fluido cuyas moléculas son de una forma esférica y perfectamente duras. Este fluido, estendido en toda la naturaleza, se encuentra

siempre interpuesto entre el cuerpo que da la luz y el que la recibe. Despues veremos las modificaciones que recibió este sistema. Descartes rectificó la esplicacion del arco interior en el arco-iris dada por Dominis, y esplicó segun su hipótesis la reflexion y la refraccion de la luz.

Snellio, fisico holandes (nacido en 1591 y muerto en 1626), estableció las relaciones del ángulo de refraccion al ángulo de incidencia comparativamente del aire al agua y del aire al vidrio.

Parece cierto que á principios de este siglo se hicieron los primeros telescopios. Descartes atribuye su invencion á un tal Jacobo Mecio, hombre sin talento. Pero en una obra de Borel (\*) se encuentran cinco testimonios jurídicos, de los cuales dos consideran como autor de este instrumento á Zacarias Jans, anteojero de Middelbourg, y los otros tres á Juan Laprey, tambien anteojero de la misma ciudad. Quizá los dos tuvieron parte.

El *microscopia* data igualmente de esta época, en la cual comenzaron á construirse lentes pequeñas y esferas de vidrio de corto diámetro. Esto se debe aun á un fisico holandes llamado Drebbel (nacido en 1572 y muerto en 1643), ó, segun otros, á Zacarias Jans. Drebbel fué el autor del primer *termómetro*; es inútil decir que quedó muy imperfecto. En el mismo tiempo Kepler, (nacido en 1571 y muerto en 1650) que hizo tan eminentes servicios á la astronomía, dió una esplicacion satisfactoria del mecanismo de la vision; comparó el órgano que desempeña esta funcion á la cámara oscura de Porta.

Entre todos los sabios que vivieron á fines del siglo XVI, y á principios del XVII, Galileo (nacido en 1564 y muerto en 1640) ocupa un rango distinguido. Perfeccionó el telescopio, descubrió las leyes de la caída de los graves y consideró la gravedad como una fuerza inherente á los cuerpos. Le debemos tambien el *péndulo* y el conocimiento de las leyes á que su movimiento oscilatorio se halla sometido; concibió la posibilidad de hacer de él un instrumento propio para medir el tiempo, pero no supo adivinar el medio de ejecutarlo. La vida de Torricelli (nacido en 1608 y muerto en 1647) discípulo de Galileo, á pe-

(\*) De vero telescopii inventore, in. 4, 1655.

sar de su brevedad, no fué menos rico en descubrimientos. Demostró el peso del aire que su maestro había sospechado; y cierto de que el peso de la atmósfera era el que hacia subir el agua en los cañones de bomba, estimó que este peso era igual al de una columna de agua de 32 piés ó de una columna de mercurio de 28 pulgadas. Segun esto puede considerarse á Torricelli como el inventor del *barómetro*. Los descubrimientos de Torricelli fueron confirmados por Pascal (nacido en 1623 y muerto en 1653), que reuniendo y completando los trabajos de Stevino (muerto en 1635) y de Galileo, creó la ciencia de la *hidrostática*.

A medida que se adquirian sobre la luz nociones mas vastas y exactas, se observaban nuevos fenómenos. Así Gassendi (nacido en 1592 y muerto en 1635) creó una nueva teoría de la luz; la consideró como un todo compuesto de átomos estremadamente sutiles, y esplicó con esta hipótesis todos los fenómenos luminosos observados en su tiempo. Creyó que los colores eran el resultado de las reflexiones y refracciones que experimenta la luz. La acústica le debe el descubrimiento de la causa de la gravedad y agudeza de los sonidos. Poco tiempo despues Grimaldi (nacido en 1667 y muerto en 1750) observó por primera vez el importante fenómeno de la *difraccion* de la luz, pero la esplicó poco satisfactoriamente.

De todos los descubrimientos hechos en el siglo XVII, el mas precioso, el que mas contribuyó á los adelantos de la física es sin contradiccion la invencion de la *máquina pneumática*; á Otto de Guerike, burgo maestro de Maldebourg (nacido en 1602 y muerto en 1686), pertenece la gloria de este descubrimiento. Necesitó de numerosos ensayos para conseguirlo, pero llegó á hacer el vacío, y con su máquina, no obstante su imperfeccion, demostró rigorosamente el peso del aire, su elasticidad, su fuerza expansiva. A pesar de ignorar la naturaleza del sonido, probó que el aire es su vehículo, y ademas, que este aire es esencial á la conservación de la vida y de la combustion. Esto le hizo sospechar que el aire no era elemento. Otto inventó ademas la máquina eléctrica y contribuyó con este descubrimiento á los progresos de la electricidad, tanto como había contribuido á los de las otras partes de la física. Fué el primero que observó la *chispa* y la *luz eléctrica*. Otto construyó un

nuevo termómetro, aunque no mas perfecto que los anteriores. Kirker, por su parte (nacido en 1602 y muerto en 1680), inventó la *linterna mágica* y el *cuadrante solar*; puede sin embargo hacerse remontar este descubrimiento á Anaximandro (nacido 610 años antes de J. C. y muerto á los 64 de edad), segun Diógenes de Laërcio, y á Anaximeno (compatriota, discípulo y sucesor de Anaximandro que floreció 570 años antes de J. C.), segun Plinio, hizo construir, con grandes dimensiones, un espejo cóncavo, y por los efectos que produjo concentrando los rayos solares con este espejo, demostró la verdad de los hechos referidos por los historiadores con respecto á Arquímedes. Hizo una aplicacion de la concentracion de los rayos solares á su cuadrante, y construyó un cuadrante *solar de detonacion*. Kirker se ocupó tambien de la acústica, y demostrando con la esperiencia la *reflexion del sonido*, esplicó perfectamente el fenómeno del *eco*. Si algunos sabios aislados, en el tiempo en que la comunicacion entre los diversos estados era tan difícil, hicieron tantos progresos en la física, ¿qué no debia esperarse de una reunion de sabios que trabajaban bajo la proteccion de un príncipe ilustrado? Habiendo creado Leopoldo, gran duque de Toscana, una academia en Florencia en 1657, los nuevos académicos comenzaron por demostrar que el fenómeno de la capilaridad no es efecto del peso de la atmósfera, supuesto que tiene lugar en el vacío formado por la máquina pneumática. Por medio de este instrumento destruyeron una multitud de errores. Por un célebre experimento, esperaban demostrar la compresibilidad del agua; pero su mas importante descubrimiento fué el del *maximum de condensacion*; demostraron que el agua, enfriada hasta cierto grado, cesa de contraerse y aun comienza á dilatarse. Atacando la opinion del canceller Bacon, que había considerado el calórico como resultado de un movimiento vibratorio de los cuerpos, establecieron la materialidad de este agente y probaron su irradiacion. Perfeccionaron el termómetro y lo graduaron, pero de una manera arbitraria; y construyeron ademas el primer higrómetro. Apoyándose en la esperiencia, reconocieron que todos los sonidos, graves ó agudos, fuertes ó débiles, recorren el espacio con la misma velocidad; en fin, encontraron exactamente la relacion del peso del agua al del aire.

La máquina pneumática, tan fecunda en resultados, no era conocida en Inglaterra. Boyle (nacido en 1627) la introdujo y la perfeccionó. Con el auxilio de su nuevo instrumento demostró la atracción molecular, probando que no debe atribuirse á la presión atmosférica el estado de unión de dos cuerpos que se hallan en contacto, cuando este contacto tiene lugar entre superficies perfectamente pulimentadas; destruyó la incertidumbre que aun hubiera podido quedar sobre la naturaleza del sonido; y sospechó la compresibilidad del agua, demostrada en estos últimos tiempos. Boyle emprendió sobre esto experimentos contradictorios á los de los académicos de Florencia. Continuó los trabajos de estos mismos académicos sobre el peso específico, y determinó rigurosamente la relación del peso del agua al del aire y la del peso del mercurio al del agua. Boyle se ocupó tambien de los fluidos imponderables; sus descubrimientos sobre el fluido eléctrico son de poca importancia, y perdió mucho tiempo en hacer numerosos ensayos para llegar á pesar el calórico y la luz. Estos ensayos, como puede pensarse, fueron infructuosos, y la falsedad de los resultados que obtuvo se reconoció bien pronto.

Mientras mas avanzamos, mas vemos á la física progresar y tomar cuerpo. Hace largo tiempo que ha cesado de presentarse á nuestra vista como una monstruosa reunión de vanas teorías; comienza á ser una ciencia de hechos, y se va haciendo mas rica en aplicaciones. Queda, sin embargo, mucho que hacer, pero no faltará quienes se dediquen á ella; la física no debe cesar en sus adelantos, marchando con paso firme, como la vemos en nuestros dias, hasta llegar á su última perfección. Sigamos, pues, tributando justos elogios á los sabios que han contribuido con sus trabajos á ponerla en el estado en que se encuentra hoy.

Huyghens (nacido en 1629, muerto en 1695) descubrió las leyes del choque de los cuerpos y de la comunicación del movimiento. Al mismo tiempo que él, Wrens de Londres (nacido en 1632, muerto en 1723) y Wallis de Ashford (nacido en 1616, y muerto en 1703), siguiendo diversos caminos llegaron al mismo resultado que él. Huyghens se aprovecha del pensamiento de Galileo y hace la aplicación del péndulo á la medida del tiempo, facilita esta aplicación inventando los escapes. El primer reloj que salió de sus manos fué presentado á los

Estados de Holanda el 16 de Junio de 1657 (\*). Este primer ensayo no era perfecto, pero abria el camino á la perfección. Ricardo en 1669, descubrió que el calor hacia avanzar este reloj y que el frio lo hacia retardar. Algun tiempo pasó antes de que se encontraran los medios de remediar este grave inconveniente. Graham, famoso relojero de Londres, y despues Ellicor, Julian Leroy (nacido en 1636 y muerto en 1759) inventaron diversos *compensadores*, y los relojes no tardaron en ser instrumentos casi perfectos.

Despues de Galileo, Helvelio (nacido en 1611, muerto en 1687) no solamente habia perfeccionado el telescopio, adoptando vidrios mejor pulimentados y trabajados con mas cuidado, sino que les habia dado mayor poder aumentativo. Salieron de las manos de Helvelio telescopios de 15 á 16 piés. Desde su primer ensayo, Huyghens construyó uno de 23 piés de largo, y que aumentaba cien veces; con este telescopio descubrió el *anillo de Saturno*. Añadió todavía un grado de perfección á este instrumento inventando el *micrómetro*, que permitió apreciar la distancia de las estrellas imperceptibles á la simple vista.

Huyghens adoptó el sistema de Descartes sobre la luz, pero modificándolo considerablemente, hizo de él un sistema casi nuevo. Estableció la analogía que existe entre el modo de propagación del sonido y el de la luz; creó en fin el sistema de las ondas casi del mismo modo que lo presentaremos en este tratado. Como los académicos de Florencia, demostró la dilatación del agua al tiempo de solidificarse. Huyghens inventó tambien un barómetro conocido bajo el nombre de *barómetro doble*, de que no hizo uso alguno. Hemos visto que el telescopio y el microscopio fueron inventados casi al mismo tiempo; sus mas notables perfecciones fueron tambien simultáneas. En efecto, el microscopio adquirió un grado muy elevado

(\*) Sin embargo, éste no fué el primer reloj que se construyó, y todos han oído hablar del reloj que el califa Aaron-al-Raschid dió en presente al emperador Carlomagno en una célebre embajada que le envió en 807. Parece que su mecanismo era muy ingenioso, pero no tenia ninguna analogía con el reloj de Huyghens. Este célebre reloj daba las horas por medio de balas que caían alternativamente en un vaso de bronce. Doce caballeros se presentaban en doce puertas y las cerraban segun el número de horas dadas. Este reloj era probablemente una Clepsydra.

de perfeccion en manos del doctor Roberto Hook (nacido en 1638, muerto en 1703), que aumentó el número de los pequeños lentes de que se componia. El mismo Hook perfeccionó el barómetro de Huyghens, ó por mejor decir, le hizo sufrir grandes modificaciones, y creó el *barómetro de cuadrante*, tan extendido en la actualidad. Inventó tambien los *resortes en espiral*, que permitieron arreglar los relojes.

La Francia no habia tomado sino una pequeña parte en este movimiento progresivo de la fisica, pero una época mas brillante va á lucir para ella. Colbert funda la academia de ciencias en 1666, y á una simple peticion de este nuevo cuerpo se ve elevarse el observatorio. Luis XIV hace un llamamiento á los sabios extranjeros. Cassini (nacido en 1625, muerto en 1712) es arrebatado á la Italia, Huyghens á la Holanda, Roemer (nacido en 1644 y muerto en 1710) á la Dinamarca. Todos los descubrimientos del primero pertenecen á la astronomía y geografia. Pero Roemer dió un fuerte golpe al sistema de Descartes y de Huyghens, descubriendo por medio de observaciones astronómicas, que la luz tarda algun tiempo para llegar del sol á nosotros. Mariotte (muerto en 1684) confirmó con la esperiencia las leyes de Huyghens sobre la comunicacion del movimiento. Demostró que la resistencia del aire es la única causa de la diferencia de tiempo que emplean para caer los diferentes cuerpos; adiciónó los descubrimientos de Torricelli sobre el derrame de los líquidos; y esceptuando algunos ligeros errores, su *tratado del movimiento de las aguas* es una obra perfecta. Pero el descubrimiento mas importante de Mariotte es el de las leyes de la dilatacion de los fluidos elásticos.

Los descubrimientos de Mariotte recibieron un nuevo grado de importancia con los trabajos de Amontons (nacido en 1663, muerto en 1705), que le siguió de cerca en la carrera de las ciencias. Amontons midió con bastante precision el resorte que el aire adquiere por la dilatacion que el calor le hace experimentar, y encontró que este aumento casi estaba en razon directa de la densidad del aire. Advirtió que el agua llegada al grado de ebullicion no aumenta ya de temperatura. Este descubrimiento proporcionó á Amontons un punto fijo para graduar el termómetro de aire que Drebbel trató de per-

feccionar; y lo consiguió mejor que Flauksbée (vivió en el siglo XVII), pero menos que Newton, que dirigian ambos sus trabajos al mismo objeto. Pero no todos sus ensayos, sin embargo de sus resultados poco satisfactorios, fueron perdidos para la ciencia; ellos sirvieron de guia á Reaumur y le indicaron los medios de construir un termómetro perfecto.

Amontons construyó tambien un barómetro y un higrómetro; el primero fué acogido tan favorablemente como el termómetro de que acabamos de hablar; pero el segundo no consiguió de manera alguna el objeto que se habia propuesto su autor. El espíritu investigador de Amontons se dirigió en seguida á los obstáculos que el roce de los cuerpos presenta á los movimientos. Determinó por una sucesion de hábiles experimentos las leyes segun las cuales el roce impide el movimiento.

Parent (nacido en 1666, muerto en 1706) y Camus (nacido en 1699 y muerto en 1768), adicionaron los resultados obtenidos por Amontons y perfeccionaron la teoria del razonamiento. Ausont (muerto en 1693) perfeccionó el micrómetro. Richer (muerto en 1696) determinó la longitud del péndulo de segundos segun las diversas latitudes.

Newton aparece (Isaac Newton, nacido en Wolstrop el 25 de Diciembre de 1641, muerto el 20 de Marzo de 1727). Este sublime genio abraza todo lo hecho antes de él, y él solo hace adelantar la ciencia mas que todos los que le habian precedido. La caída de un cuerpo pesado le hace descubrir las leyes de la gravedad. Adivina que todos los cuerpos tienden á caer, que se atraen unos á otros, que todo el universo está regido por la misma ley, ley que es preciso designar por medio de un signo. Newton la llama *atraccion*, palabra que da una idea de todas las leyes que rigen al universo. Esta atraccion se verifica segun ciertas reglas, que nos da á conocer el péndulo por las diferencias en el número de sus oscilaciones.

Todos los cuerpos celestes se atraen; sin embargo, nunca llegan á ponerse en contacto; luego cierta fuerza los conserva separados unos de otros; Newton la adivina, y opone la fuerza centrífuga á la centrípeta: determina la figura de la tierra resultado de los efectos producidos por la accion simultánea de estas dos leyes opuestas.

Todo movimiento tiene lugar en un medio cualquiera. Antes de Newton se habia presentado ya que este medio debia resistir, pero á él tocaba descubrir las leyes segun las que esta resistencia tiene lugar.

Ciertamente ya Newton habia hecho bastante para inmortalizar para siempre su nombre; pero no contento con haber establecido las leyes generales que rigen al universo, pasa á considerar á los diversos agentes físicos. La luz, poco conocida aun, le parece un objeto digno de su investigacion, la estudia en efecto y la profundiza, y este hombre admirable da á luz las ideas mas bellas y sublimes que el espíritu humano haya sido capaz de producir. Sus trabajos bajo este aspecto son tan numerosos, tan completos, que casi nada dejó que hacer á sus sucesores.

No se crea sin embargo, que la Europa admitió desde luego las ideas de Newton, tanto sobre la organizacion general del universo, como sobre la luz. Existian aun numerosos defensores del sistema de Descartes, y se pasó mucho tiempo para que sus ideas concentradas en el lugar de su nacimiento, llegasen á ser europeas. Al nombre de Newton es necesario asociar el de su amigo Halley; este sabio se dedicó mas á la astronomía que á la física. Sin embargo, advirtió muchas irregularidades sobre el movimiento de la aguja imanada; creyó que el centro de la tierra estaba formado de un enorme foco de materia magnética; descubrió la densidad decreciente de la atmósfera, y las variaciones que, segun su estado, ocasiona en la altura de la columna de mercurio contenida en el tubo barométrico. Newton nos ha ofrecido una brillante transicion del siglo XVII al XVIII; este nuevo período no será menos rico en descubrimientos. Newton, no obstante la grandeza de su genio, no habia podido abrazarlo todo, y las partes de la física de que no se habia ocupado presentaban un vasto campo á las investigaciones.

Volvamos otra vez aun á Alemania. Hauksbée (muerto en 1716) físico distinguido de este pais, añadió un nuevo grado de perfeccion á la máquina pneumática, adoptándole otro tubo barométrico que permitiese apreciar hasta que punto se habia hecho el vacío en los recipientes. Parece que á Papino, médico francés, (nacido en 1650, muerto en 1710) se debe el último grado de perfeccion que recibió

este instrumento. El que se emplea en nuestros dias es casi igual al suyo. Hauksbée dirigió en seguida su atencion al peso específico de los cuerpos, y lo determinó con un gran número de sustancias. Reconoció los diferentes grados de dilatacion que el calor hace experimentar al aire atmosférico. Llamado á juzgar entre Lowthorp que habia anunciado por medio de experimentos emprendidos con este objeto, que la refraccion de la luz estaba en razon directa de los fluidos que atravesaba, y Homberg (nacido en 1652 muerto en 1715), que habia negado este resultado, pronunció su voto á favor del primero. Su juicio fué recibido favorablemente en Francia por Delisle (nacido en 1675, muerto en 1726), que á consecuencia de las órdenes de la Academia de Paris, repitió los experimentos de Lowthorp y Hauksbée.

Hauksbée se dirigió en seguida á la electricidad é hizo numerosos experimentos sobre la produccion de este fluido en el vacío, sobre la luz que produce al desprenderse, su cuyo color y brillo varian segun las sustancias en que se efectúan los experimentos. Parece que fué el primero que resintió la *comocion eléctrica*. Sus trabajos tuvieron en seguida por objeto la propagacion de la luz en diferentes medios. Dió á Newton los medios de someter á las leyes de la atraccion los fenómenos de la capilaridad. En fin, acompañado de su contemporáneo Taylor (nacido en 1685, muerto en 1731), procuró en vano determinar las leyes del decrecimiento de la fuerza magnética.

Taylor formó la teoría de los sonidos, y determinó con cifras la longitud, espesor y el grado de tension de cada cuerda para tal ó tal sonido. Pero la acústica debe aun mas á Sauveur (nacido en 1653, muerto en 1716), que descubrió los nudos y los vientres de vibracion. Este Sauveur nos presenta una particularidad muy notable, y es que no tenia oído músico y le era preciso consultar la voz y el oído de un amigo para saber si la esperiencia confirmaba los resultados que le daba la teoría.

Parece que la electricidad se encontraba siempre destinada á no seguir los progresos de los otros ramos de la física. Sin embargo, pronto llegaremos á la época en que va á brillar con la mayor lucidez. Esteban Gray (muerto en 1736) continuó los trabajos de

Hauksbée. Aumentó la lista de los cuerpos eléctricos y reconoció la pyro-electricidad de muchas sustancias. Fué el primero que reconoció la posibilidad de comunicar la electricidad á los cuerpos no eléctricos. La casualidad le hizo descubrir, tanto á él como á Wecler (nacido en 1650, muerto en 1724), que ciertos cuerpos eran conductores de la electricidad, mientras otros no trasmitian este fluido. La consecuencia de este descubrimiento fué servirse de los cuerpos no conductores para aislar á los que lo eran. Tal descubrimiento le sirvió de transición al de que las puntas dejan escapar la electricidad, y le hizo sospechar su modo de distribuirse en los cuerpos.

Duffray (nacido en 1698, y muerto en 1739) repitió en Francia los experimentos de Gray y los encontró todos perfectamente exactos. Adicionó sus trabajos sobre la conductibilidad y no conductibilidad. Reconoció la existencia de dos fluidos eléctricos diferentes, á los que dió nombre derivado de las sustancias que los producen mas comunmente: una *electricidad vítrea*; la otra *electricidad resinosa*. Descubrió que las electricidades de un mismo nombre se rechazan, mientras que las de diferente se atraen. Indicó tambien los medios de asegurarse de la especie de electricidad de que está cargado un cuerpo cualquiera. Boerhaave (nacido en 1668, muerto en 1738) estableció la materialidad del calórico, reconociendo al mismo tiempo su imponderabilidad. Stahl (nacido en 1666, muerto en 1734) adoptó la opinion de Boerhaave, pero atribuyó al calórico dos estados, el de libertad y el de combinacion con los cuerpos, y llamó *phlogístico* al calórico combinado. Sobre estos dos estados del calor basó el sistema químico de que fué autor. Consideró la combustion como un paso del calor del estado de combinacion al de libertad. Esta nueva teoría gozó por espacio de un siglo de una brillante acogida, esplicándose todo por medio del phlogístico.

Boza (nacido en 1680, y muerto en 1753) perfeccionó la máquina eléctrica añadiéndole un conductor metálico aislado. Con el auxilio de esta perfeccion, consiguió producir chispas bastante fuertes para inflamar los cuerpos combustibles y matar á los animales pequeños. Un gran número de recreaciones mas ó menos brillantes fueron la consecuencia de esta modificacion. Es preciso no desde-

ñar la parte divertida de las ciencias, pues trae la ventaja de popularizarlas.

Hemos visto que muchos físicos se habian ocupado de poner límites fijos al termómetro. Amontons habia encontrado el del agua hirviendo, Newton el del hielo ó nieve derretida; pero no se habia fijado el líquido que debia emplearse. Fahrenheit encontró por el año de 1720, que el mercurio reunia casi todas las cualidades necesarias para la construccion de un buen termómetro. Los termómetros que construyó, cuya escala estaba dividida en 212 grados, gozaron de una reputacion merecida. Reaumur (nacido en 1683 y muerto en 1757) contribuyó á la gloria de Francia, tanto como Fahrenheit á la de Holanda, tomando los dos términos fijos de Newton y Amontons, estableció reglas precisas para la construccion de un buen termómetro, y dividió su escala en 80 grados. El termómetro de Reaumur se emplea muchas veces aun al presente, pero ha sufrido considerables modificaciones. Reaumur prefirió el alcohol al mercurio. Al mismo tiempo Delisle, dejando la Francia para ir á enseñar astronomía á San Petersburgo, construyó un termómetro que se usa aun en el pais. No se diferencia del de Reaumur sino en la escala que está dividida de otro modo y tiene 150 grados.

S'Gravesande, (nacido en 1688, y muerto en 1742) concurrió tambien á los adelantos de la física, inventando nuevos instrumentos y perfeccionando los antiguos (entre estos citaremos el helióstato) y sobre todo enseñando la ciencia con que se habia familiarizado desde su mas tierna infancia. En la misma época, Muschenbroeck [nacido en 1692 y muerto en 1776] obtuvo éxitos semejantes siguiendo la misma carrera. Inventó el *tribómetro*: con el auxilio de este instrumento confirmó y rectificó las diferentes teorías sobre el rozamiento, bosquejadas por Amontons y perfeccionadas despues por Desaguilliers (nacido en 1683 y muerto en 1743).

Inventó tambien la armadura de que se rodean las piedras de iman, determinó la forma que conviene mejor dar á estas piedras y escogió el hierro para la construccion de la armadura.

Procuró determinar las leyes del decrecimiento de la fuerza magnética, pero su método era vicioso y los resultados que obtuvo fue-

ron errados. Muschenbroeck fué inventor del primer pyrómetro conocido. Se ocupó particularmente de meteorología é hizo numerosos experimentos para descubrir el modo de formarse el rocío, el granizo, la lluvia, etc. El, como hemos dicho ya, descubrió en 1746 la famosa botella de Leyden. Nollet atribuye este descubrimiento á Cumens, contemporáneo de Muschenbroeck.

Savery [á fines del siglo XVII], habiendo encontrado el medio de comunicar las virtudes magnéticas al hierro, fué inventor de los imanes artificiales. Knight (nacido en 1746) los perfeccionó bastante, y aunque no quiso descubrir el método que empleaba; Duhamel, [nacido en 1624, muerto en 1706], obtuvo los mismos resultados que él. Savery, asociándose á Newcomen [á fines del siglo XVII], y Cawley [á fines del mismo siglo] fueron los primeros que emplearon el vapor del agua como fuerza motriz. Construyeron juntos la primera máquina de vapor conocida. Esta nueva invencion ha recibido numerosas perfecciones con los trabajos de Watt [á fines del siglo XVIII] y de Cartwright [nacido en 1611 y muerto en 1644]. El vapor es ahora, principalmente en los Estados-Unidos y en Inglaterra, un motor generalmente empleado.

Aunque el nombre del célebre Buffon [nacido en 1707 y muerto en 1788] pertenezca mas á la historia natural que á la física, no debemos pasarlo en silencio. Por él se probó segunda vez la realidad de los espejos ustorios de Arquímedes. Le debemos tambien observaciones interesantes sobre las sombras coloreadas de los cuerpos y sobre los colores accidentales. ¡Cuántas riquezas se adquirieron durante el siglo que acabamos de recorrer! Trabajos tan numerosos, nombres tan justamente célebres, tanta actividad y experimentos, podrían hacer temer para la física un período de reposo; pero las ciencias exactas no acostumbran permanecer estacionarias. En el siglo XVIII, el abad Nollet [nacido en 1700, muerto en 1770] fué el primero que se presentó para continuar la progresion. Este sabio laborioso tiene mas de un título al reconocimiento de los que cultivan la física. Perfeccionó la máquina eléctrica; repitió la famosa esperiencia de Leyden, y demostró la influencia que ejerce la electricidad sobre la economía animal y vegetal. El abate Nollet en Paris; Jalabest [nacido en 1712 y muerto en 1768] en Ginebra,

probaron con la esperiencia que la electricidad aumenta la traspiracion insensible y acelera la vegetacion. Pero el abate Nollet fué aun mas útil á la física por la claridad de su enseñanza, que por sus propios descubrimientos; sobresalia principalmente en las demostraciones y en la eleccion de las aplicaciones usuales de mas utilidad. Al mismo tiempo que Nollet propagaba las ciencias con el mejor éxito, el doctor Watson [muerto en 1787] procuraba determinar en Lóndres la velocidad de trasmision de la electricidad; pero sus ensayos fueron infructuosos.

El sistema de Newton [la emision de la luz] habia prevalecido; los sabios de Europa lo habian casi generalmente adoptado, y Descartes habia sucumbido en esta gran lucha, cuando Euler [nacido en 1707, muerto en 1783] hizo renacer la duda en un gran número de sabios, y restituyó numerosos partidarios al sistema de las vibraciones, sistema que en el dia parece deber prevalecer á su turno sobre el de Newton. Este grande hombre habia creído que la *aberracion de refrangibilidad* era un vicio indestructible; Euler pensó de diferente modo, y Dallon, construyendo lentes *achromáticas*, verificó el pensamiento de Euler.

Daniel Bernoulli [nacido en 1700, muerto en 1782] y Guglielmini [nacido en 1655 y muerto en 1710] dieron grande impulso á la hidrodinámica, estudiando con un cuidado especial las leyes del derrame de las grandes masas líquidas; leyes que son susceptibles de aplicaciones mucho mas numerosas que las descubiertas por Torricelli, que no son aplicables sino al derrame de los orificios pequeños. El mismo Bernoulli formó una excelente teoría de los sonidos, y perfeccionó la brújula de inclinacion.

La electricidad aunque ya no permanecía estacionaria, sino que avanzaba como los otros ramos de la física, recibió sin embargo de Franklin (Benjamin Franklin, nacido en Boston en 1706, y muerto el diez y siete de Abril de 1790) un nuevo y muy principal impulso.

Franklin no admite las dos electricidades, y con el auxilio de una nueva teoría, da una esplicacion clara y fácil de todos los fenómenos eléctricos conocidos. Sin embargo la de Dufay fué preferida y prevaleció, pero el nombre de Franklin será siempre inmortal por el descubrimiento de la identidad, de la materia del rayo y de la elec-

tricidad, identidad que demostró con el atrevido experimento del *cometa eléctrico* que le dió subsiguientemente los medios de preservar las habitaciones de los hombres de los estragos del rayo. Franklin tuvo imitadores: Romac (nacido á principios del siglo XVIII, muerto en 1776) repite sus experimentos; Richman (nacido en 1711, muerto en 1753) en Rusia, fué víctima de ellos. Al mismo tiempo Epino (nacido en 1724, muerto en 1802) procuró determinar las leyes de la distribucion del fluido eléctrico: se engañó, pero deben agradecerse sus ensayos. Este mismo físico renovó los experimentos de los antiguos, desarrollando por la aplicacion del calor la electricidad en la turmalina. Canton (nacido en 1718 y muerto en 1772) hizo los mismos experimentos que Epino y obtuvo los mismos resultados. Este físico reconoció en 1760 que esta propiedad se estendia á un gran número de sustancias. Canton inventó un electrómetro propio para denotar la electricidad atmosférica.

La meteorología, sin embargo, progresaba poco. Saussure [nacido en 1740 y muerto en 1799] aparece y la física se enriquece con una nueva ciencia, la hygrometria. Este célebre observador, excitado por los experimentos de Leroy [nacido en 1726, muerto en 1779] sobre la vaporizacion, examinó atentamente la naturaleza, y casi fué el primero que tuvo ideas rectas sobre el rocío, la lluvia y la nieve. Demuestra que para observar con exactitud el estado de la atmósfera es preciso consultar simultáneamente el termómetro y el barómetro, y aumenta los medios de investigacion inventando un hygrometro, cuyo uso aun en el dia de hoy es general.

A mediados del siglo XVII, el padre Francisco Laux (nacido en 1611, muerto en 1687) habia concebido el atrevido proyecto de elevarse á las altas regiones de la atmósfera, con ayuda de máquinas mas ligeras que el aire. Los Montgolfier (Estéban Montgolfier, muerto en 1799, José Montgolfier, muerto en 1810) realizaron este proyecto, inventando los primeros aeróstatos que recibieron el nombre de *montgolfieras*. Despues de algunos ensayos hechos con el gas hidrógeno, creyeron deber preferir el aire rarificado con el calor. El 5 de Junio de 1783 elevaron su primer globo que tenia 110 piés de circunferencia. Estéban Montgolfier repitió este experimento el 17 de Setiembre de 1783, en presencia del rey y de toda la corte, y el 15

de Octubre del mismo año, Pilatre de Rosier se elevó á una altura de 90 piés, en un canastillo suspendido á un montgolfiero que se tenia sugeto. Este primer suceso le alentó, y resolvió pasar á Inglaterra con el auxilio de un instrumento semejante. El 13 de Junio de 1785 partió de Bolonia. La máquina al principio se elevó á una grande altura; pero bien pronto, por accidentes que no habian sabido prevenirse, se inflamó, cayendo con una espantosa rapidez no lejos del puerto de Ambleteuse. Pilatre de Rosier y Julio Romano, su compañero, no sobrevivieron á este espantoso acontecimiento, que fué el primero, pero no el último de este género. Se ha elevado un monumento en el lugar de la caída de los modernos Icaros.

No tardó en volverse á usar el gas hidrógeno, y en lugar de montgolfieros se construyeron aeróstatos de tafetan encerado. A los Montgolfier se debe tambien el *carnero hidráulico*.

Muchas cosas se ignoraban sobre el magnetismo, cuya identidad con la electricidad estaba lejos de sospecharse. Hasta entonces se habian hecho vanos ensayos para medir la fuerza de la electricidad. Coulomb (nacido en 1736, muerto en 1806) inventó la *balanza de torsion*, y con ayuda de este nuevo instrumento determinó las leyes de disminucion de las fuerzas eléctricas y magnéticas con relacion á la distancia. Determinó la intensidad de la fuerza eléctrica por medio de un nuevo electrómetro que habia inventado. Reconoció que la electricidad no penetra al interior de los cuerpos, sino que se distribuye en la superficie; estableció las leyes segun las que se verifica esta distribucion. Habiendo reconocido Coulomb una identidad perfecta entre los fluidos eléctrico y magnético, sometió los fenómenos magnéticos á una nueva teoría, y creó dos fluidos magnéticos como los dos eléctricos que existian. Descubrió que el hierro no es el único cuerpo que puede adquirir las propiedades magnéticas; el nickel, la platina, el cobalto son tambien susceptibles de imanarse, pero en un grado muy débil. Creyó que todos los cuerpos de la naturaleza se encuentran en este caso, pero el tiempo no ha confirmado esta opinion. Coulomb inventó ademas un método de emanacion preferible á todos los que se habian usado antes de él. Dió reglas para construir las mejores brújulas posibles. Tambien debemos á Cou-

lomb nociones muy exactas sobre el rozamiento, sobre la resistencia que hacen experimentar las cuerdas, en virtud de su tirantez, &c. &c. Los trabajos de este fisico son tan numerosos que no se puede emprender describirlos en un simple compendio. Los resultados que obtuvo tienen de notable que hasta aquí no se han falsificado.

No se dudaba, despues de Sthal de la existencia del calórico en estado de combinación con los cuerpos, pero la esperiencia no habia confirmado esta verdad. A Crawford Willeke (nacido en 1749, y muerto en 1795) y á Black (nacido en 1728 y muerto en 1799) estaba reservado conseguirlo. Sus trabajos no permitieron en lo absoluto dudar del *calórico latente*. Scheele (nacido en 1742, muerto en 1786) en la misma época, estableció la irradiacion del calórico, su direccion recta en el espacio, su reflexion en la superficie de los espejos metálicos, su concentracion en un punto, por medio del espejo cóncavo; y descubrió en fia con el mismo acierto la influencia química de los rayos luminosos.

Muchos hechos aislados habian hecho sospechar antes de Galvani, la existencia de cierta electricidad cuyos fenómenos ofrecian particularidades muy notables; pero la casualidad reservaba á este fisico el descubrimiento de la *electricidad animal*. Así Sulzer (nacido en 1720, muerto en 1779) en una obra que tiene por título *Nueva teoría del placer*, publicada en 1776, habia hablado del sabor particular que hacen experimentar dos láminas de metal colocadas en la boca, observando ciertas precauciones que indicaba. Un discípulo de Cotugno en 1786, disecando un raton que le habia mordido una pierna, esperimentó cierta conmocion al punto que tocó con su escalpelo uno de los nervios del animal. Por un hecho análogo hizo Galvani (nacido en 1737 y muerto en 1798) el descubrimiento que lleva su nombre. Hizo numerosos esperimentos mas curiosos unos que otros que hicieron creer con razon que la electricidad era la causa de estos nuevos fenómenos, pero supuso que esta electricidad era de una naturaleza diferente de la ya conocida y la llamó *electricidad animal*; los sabios le dieron el nombre de *galvanismo*.

El descubrimiento de Galvani por importante que pareciese, quedó sin resultado entre sus manos; al gran Volta estaba reservado entenderlo y perfeccionarlo. Este ilustre fisico probó la identidad del

galvanismo y de la electricidad; demostró por medio de un instrumento de su invencion, el *condensador*, y del electrómetro, que el contacto de metales de diferentes naturalezas da lugar á un desprendimiento continuo de electricidad; que un metal da el fluido vítrio y el otro el resinoso; en fin construyendo su pila obtuvo efectos eléctricos de tal naturaleza, que ya no fué posible dudar. Este descubrimiento fué de la mas alta importancia, no solamente para la fisica, sino aun para la química, como lo verá quien recorra la historia de esta ciencia. Desde entonces la fisica y la química se unieron para siempre y avanzaron sin detenerse, auxiliándose mutuamente. Así, el nombre de Volta puede citarse entre los mas ilustres de las ciencias naturales.

La pila, tal como Volta la habia construido, tenia numerosos inconvenientes, y su accion no era muy enérgica. M. Cruikshanks (nacido en 1745, muerto en 1800) construyó la *pila de cubos*, que es casi la única que se emplea en el día. Gautherot (nacido en Paris en 1803) demostró que no solo los metales gozaban de la propiedad de desarrollar la electricidad por su contacto, y construyó una pila con discos de carbon y de pizarra, separados con ruedillas de papel mojado. Aun no se tenian ideas bastante precisas sobre la energía de la accion de la pila voltáica. M. Van Marum y M. Pepys determinaron que estaba en razon del número de las placas, y en igualdad de número en razon de tamaño.

Desde Newton, pocos se habian ocupado de la luz; parecia que este grande hombre nada habia dejado que hacer: los trabajos que vamos á describir prueban la falsedad de esta opinion; la luz podrá dejar de ser un objeto de estudio, cuando ninguna duda nos quede sobre su naturaleza, y no es probable que consigamos esto jamas.

Los efectos del telescopio, perfeccionado por todos los fisicos que precedieron á Newton, eran todavía muy limitados, á pesar de los trabajos de este genio. M. Herschell [nacido en 1735, muerto en 1822] lo volvió casi milagroso. Su telescopio, construido con grandes dimensiones le dió lugar de hacer en el cielo descubrimientos de la mayor importancia. El hijo de este sabio repitió los esperimentos de Newton, y descubrió que los diferentes rayos de la luz descompuesta por medio del prisma, no gozan todos del mismo poder

luminoso ni de la misma fuerza calorífica. Ritter (nacido en 1776 y muerto en 1810) y Wollaston, siguiendo los mismos pasos de Herschell, descubrieron tambien diferencias en la fuerza química de estos mismos rayos; advirtieron que los rayos caloríficos y los rayos químicos mas enérgicos, se encuentran fuera del prisma, cada uno en diversas estremidades. M. Laplace, en la misma época, observó que el poder refringente del gas aumenta con su densidad. En fin, el mismo sabio dió una teoría de la capilaridad que no deja que desear.

Todos los instrumentos de fisica se perfeccionaban; sin embargo, el destinado á medir las altas temperaturas, el pyrómetro, se encontraba todavia en el mismo estado en que lo habia dejado Muchenbroeck, es decir muy defectuoso; Wedgwood inventa uno nuevo, fundado sobre la contraccion que el calor hace experimentar á la alumina, que se emplea aun casi generalmente, á pesar del de M. Morveau, que se valió de la dificultad de fundir la platina, para construir un pyrómetro que indica los grados de la mas alta temperatura, por las dilataciones de una barra de este metal. El pyrómetro inventado por M. Brongniard y que sirve para medir los grados de temperatura en los hornillos de manufactura de porcelana de Sevres, está formado con las mismas proporciones que el de Morveau. Antes de terminar estos apuntes acerca del calórico, haremos mencion de los trabajos de Dalton para determinar la dilatacion que el calor hace experimentar al gas; los de MM. Laplace, La Roche, Leslie, Bérard &c., para determinar el calor específico de los diferentes cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos. Tampoco debemos olvidar al conde de Rumfort; sus numerosos experimentos sobre el calor específico, sobre el calórico, son demasiado importantes y dignos de figurar en cualquier tratado de fisica; en primer lugar, atacó por medio de la esperiencia, la materialidad del calórico, de la que casi ni se habia dudado, y adicionó las nociones que existian sobre conductibilidad. El y Leslie inventan cada uno por su parte, un instrumento destinado á medir las pequeñas diferencias en las temperaturas; uno se conoce bajo el nombre de *termómetro diferencial de Leslie*, y el otro bajo el de *termómetro*. M. Leslie inventó tambien un gran número de instrumentos estremadamente ingeniosos, de los que muchos han contribuido eficaz-

mente á los progresos de la Meteorología. Despues de Leslie es preciso citar á M. Deluc, que perfeccionó el barómetro, admirablemente rectificado en el dia, por MM. Gay Lussac y Fortin. Los trabajos del célebre Bréguet, en este género, merecen tambien mencionarse; la fisica le debe un termómetro metálico de exquisita sensibilidad.

Hemos visto el sistema de Newton atacado por Euler que no habia podido por sí mismo ni aun hacer vacilar á tan gran coloso; pero recientes resperimentos sobre la luz han vengado á Descartes. Huyghens, Euler, Malus (muerto en 1812) demuestran que la ley dada por el primero sobre la doble refraccion es cierta. Newton la habia creido falsa. Este error de Newton sobre la ley de la doble refraccion, da lugar á pensar que quizá ha condenado la teoría con alguna ligereza. Este solo hecho escita dudas en un gran número de sabios. Bien pronto estas dudas se fortifican con el descubrimiento del fenómeno de la *interferencia de los rayos luminosos* hecho en Lóndres por el doctor Tomas Young. Por ambas partes se empeña una lucha reñida en que figuran los nombres mas recomendables. MM. Biot, Poisson, Haüy, combaten á favor de Newton.

Por la otra parte los campeones son mas numerosos; nombraremos á MM. Fresnel, Arago, Brewster, cuyos trabajos en su totalidad tienden á destruir el sistema de la emision. M. Fresnel, sobre todo, ha procurado popularizar el sistema de las ondulaciones: ha publicado numerosos escritos sobre este objeto. MM. Riou y Poisson han respondido, y sus observaciones son muy exactas: sin embargo, no han quedado sin réplica.

Destruyendo un error fuertemente arraigado, Malus habia ya hecho un gran servicio á la fisica; pero encontró una nueva propiedad de la luz, que hasta hoy ni aun se habia sospechado. Queremos hablar de la *polarizacion*. Arago y Biot estendieron y perfeccionaron este descubrimiento, encontrando el primero la *polarizacion coloreada* y el segundo la *polarizacion móvil*.

La acústica, creada por Pitágoras, enriquecida por Sauveur, Taylor, Bernoulli y algunos otros, recibió con los trabajos de Chadaü el último grado de perfeccion. Los descubrimientos de este sabio sobre los diversos modos de vibracion de los cuerpos, así como los

de Labart merecen estudiarse. M. Ørsted, que despues citaremos de nuevo, se ocupó de las mismas investigaciones que Chadui; sus trabajos, aunque menos numerosos, han dado útiles resultados. MM. Laplace y Biot han observado nuevos hechos, y determinado la velocidad de la propagacion del sonido en los diversos gases, en los líquidos y en los sólidos.

Por los muchos nombres ilustres que hemos citado, será fácil conocer que hemos llegado á la época presente de la historia de la física. Terminaremos nuestra tarea, presentando los trabajos de algunos otros autores no menos célebres que los referidos.

Hasta ahora nadie se habia ocupado del derrame de los líquidos, pero M. Faraday en 1817, determinó las leyes del de los gases por pequeños orificios, asentando como principio general, que la movilidad de los gases está en razon inversa de su densidad.

La meteorología, tan despreciada por mucho tiempo, participó tambien de los adelantos de los otros ramos de la física. Los trabajos de Volta, Gay-Lussac, y sobre todo de M. de Humboldt sobre esta materia, son de la mayor importancia. La teoría de las tempestades presto dejará de ser un misterio, y con igual facilidad se podrán explicar los fenómenos que precaden, acompañan y siguen á estas espantosas crisis de la naturaleza.

Debemos á M. Charles Williams Wells una nueva teoría de la formacion del rocío, resultado de numerosos experimentos, que lo hicieron acreedor al premio legado por el conde de Kumfort. Esta teoría ha reunido los sufragios de todos los sabios.

Entre los rasgos mas recientes relativos á la electricidad, no debemos omitir los siguientes: MM. Dezonne y Hachete han construido pilas secas, cuya accion tiene mas de tres años de duracion. M. Zambroni inventó pilas secas cuya accion aumentó considerablemente, aplicándolas á la construccion de los relojes, y sirviéndose de ellas principalmente para producir un verdadero movimiento perpétuo. El movimiento que imprime una pila seca se debilita y varía en el espacio de dos años despues de su construccion, uniformándose en seguida: absolutamente M. Zambroni ha presentado al Instituto un movimiento que se conserva por este medio, mas de tres años; la pila que inventó puede dar indicaciones termométricas é higrométricas.

Se debe á M. Ørsted, profesor de física de Copenhague, un descubrimiento muy interesante. Este sabio emprendió en 1809 una larga série de experimentos que dieron por resultado la prueba de la identidad de los fluidos eléctrico y magnético. M. Ampère, en Francia, repitió los experimentos del profesor Sueco, y continuó sus investigaciones, demostrando perentoriamente esta identidad por medio de trabajos multiplicados por la invencion de instrumentos estremadamente ingeniosos.

Debemos añadir á su nombre los de MM. Arago y Fresnel, cuyas observaciones y ensayos sobre esta materia, aunque menos numerosos, son abundantes en resultados.

NOTA.—El editor ha dejado en este estado el compendio de la Historia de la Física, por faltarle algunos datos para continuarla hasta la presente.



## PROPIEDADES GENERALES DE LOS CUERPOS.

### LECCION PRIMERA.

**Consideraciones generales acerca de la Física; sus relaciones con las demás ciencias; importancia de sus aplicaciones, y exposición de los medios empleados en diferentes tiempos para adelantar en su estudio.**

1. LA FÍSICA, considerada en toda su extensión, es extraordinariamente vasta, comprendiendo todos los ramos que conocemos con el nombre de *ciencias naturales*; mas lo que nosotros entendemos propiamente por *Física* es el estudio de los fenómenos que nos presentan los cuerpos de la naturaleza en cuanto afectan á su modo de estar, y el de los agentes ó fuerzas productoras de estos mismos fenómenos. Entre los diferentes ramos del saber que mas ó menos inmediatamente se rozan con esta ciencia, sobresalen las *matemáticas* en toda su extensión, empleándose con ventaja, ya para generalizar resultados obtenidos por procedimientos puramente físicos, ya para descubrir en algunos casos relaciones entre fenómenos distantes al parecer; sirviendo siempre como un instrumento poderoso, y haciéndonos conocer las grandes ventajas que el análisis proporciona en todos los casos en que podemos aplicarle. La *Química* es otra de las ciencias que no solo tiene un enlace íntimo con la Física, sino que en realidad es solo su continuacion; puesto que la diferencia, en cuanto á su objeto, consiste en que así como la Física estudia las modificaciones que afectan al modo de estar en los cuerpos, la Química se ocupa de las que se refieren á su modo de ser. De aquí proviene que se diga con harta frecuencia, que en ocasiones es difícil distinguir á cuál de estas dos ciencias pertenece tal ó cual fenómeno; y á la verdad no es extraño que por medios que pertenecen á una de estas ciencias se obtengan resultados que correspondan á la otra; mas sin embargo, podremos siempre conocer á cuál pertenecen, observando que en Física nunca se da lugar á cuerpos nuevos: todos son modificados, como ya llevamos dicho, únicamente en su modo de estar, pero no en su modo de ser, perteneciendo esto á la Química, en la cual por consiguiente se da siempre lugar á la formación de cuerpos nuevos, sea por la descomposicion del que se someta al experimento, sea por el resultado de la reunion de dos ó mas, si éste fuese el objeto que nos propusiésemos.

Aunque sea difícil dar á una ciencia toda la importancia que reclama antes de haber terminado su estudio, bien se echa de ver desde luego la inmensidad de las aplicaciones de la que va á ocuparnos; ya se considere en cuanto tiene relacion con la mecánica por lo que respecta al aprovechamiento y buen uso de las fuerzas que la naturaleza pone á nuestra disposicion, ya por lo perteneciente al partido que sacamos del calor, de la luz y de los demas agentes llamados fluidos incoercibles é imponderables.

2. Por lo que llevamos ya dicho se infiere, y de la naturaleza de esta ciencia se deduce, que los medios que únicamente podemos emplear para adelantar en su estudio son únicamente la observacion y la experiencia; ó lo que es lo mismo, la observacion pasiva y la observacion activa; esto es, ó estudiando cuidadosamente los fenómenos que se nos presenten, pero sin tratar de reproducirlos ó variarlos, ó bien variando las circunstancias en que se producen, y repitiéndolos cuantas veces creamos necesario hasta descubrir la relacion que exista entre la causa y el efecto, que es hasta donde nos es posible llegar en estas investigaciones; lo cual conseguido, decimos haber descubierto la ley del fenómeno. Desde luego se echa de ver que cuando los fenómenos son tales que no está en nuestra mano su reproduccion, como sucede con el granizo y algunos otros, los adelantos que puedan hacerse nunca serán muy rápidos, de donde resulta que sus causas no nos son suficientemente conocidas; pero cuando podemos repetirlos y variarlos á nuestro arbitrio, como se verifica en el descenso de los graves, logramos conocer perfectamente las leyes que rigen á estos fenómenos.

3. Sin embargo de esto, no en todos tiempos se ha dirigido el hombre por este único camino, que solo puede conducirle á la averiguacion de la verdad; los antiguos filósofos preferian forjarse un mundo á su modo, y en el silencio de su estudio pretender que la naturaleza se amoldase á sus ideas, desdenándose de interrogarla, y cayendo con frecuencia y por consecuencia de este sistema en no pocos absurdos y aberraciones (1). El abuso de este sistema produjo necesariamente una reaccion que, dando por resultado la creacion de la física llamada experimental, proscibió todo lo que no fuese pura y simplemente experimento, como su mismo título indicaba, tendiendo á hacer de la ciencia una coleccion de hechos notables y curiosos, si se quiere, pero que, faltándoles la trabazon, el enlace y la dependencia, distaban mucho de constituir lo que debemos entender por una verdadera ciencia. Esta época es notable sin embargo: el impulso estaba dado, y no era ya difícil reconstruir la ciencia como se ha verificado sobre las dos sólidas bases de la observacion y la experiencia, de las que es imposible separarse sin aniquilar la ciencia misma. Este es pues el camino que ha conducido á la ciencia á la altura que ostenta en nuestros dias (2), y este es por consiguiente el que hemos de seguir en el curso de estas lecciones; tomando de la observacion un hecho que, estudiado sucesivamente por el raciocinio y el cálculo en su caso, y sembrándole á la prueba de los experimentos, nos permita, no solo conocerle debidamente y deducir aplicaciones de mas ó menos interes para los diferentes usos de la vida, sino establecer la relacion científica que tenga con los ya estudiados y conocidos, á fin de que nos sirva á la vez de guia y de estímulo para descubrimientos sucesivos.

## LECCION II.

**Clasificacion de las propiedades de los cuerpos, haciendo notar la necesidad de estudiar separadamente las que únicamente pertenecen á la materia; las que exclusivamente corresponden á los cuerpos, y las que son comunes á unos y otra. Explicacion de los tres estados en que los cuerpos se presentan.**

4. Damos el nombre de *cuerpo físico* á todo ser que puede hacer impresion en el sentido del tacto; pues si bien es cierto que no en todos los casos tenemos absoluta necesidad de tocarlos materialmente para asegurarnos de su existencia, no consiste esto de modo alguno en que los otros sentidos puedan reemplazar ni sustituir al tacto, sino que el juicio que formamos en virtud de la costumbre, como veremos al tratar de la Luz, nos da la certidumbre de que la impresion se verificaria, si efectivamente aplicásemos el sentido correspondiente: así es como nos aseguramos de que son cuerpos físicos los edificios, los árboles &c. que descubrimos á distancia.

5. Las circunstancias que los cuerpos presentan, y que ocuparán gran parte de estas lecciones, nos autorizan para considerar estos cuerpos como compuestos de partecillas sumamente tenues que denominamos *átomos* ó *móleculas*, y cuya suma en cada cuerpo es lo que se denomina masa del mismo; de modo que *la masa es la suma de las partes materiales que constituyen un cuerpo*.

6. Los cuerpos producen en nuestros sentidos impresiones ó sensaciones que, referidas á los cuerpos mismos, es lo que denominamos *propiedades*; así la sensacion de la blancura que la nieve nos produce, referida al cuerpo mismo, constituye una propiedad que espresamos diciendo, la nieve es blanca. Entre estas propiedades de los cuerpos, que podemos decir que solas forman toda la ciencia en que nos ocupamos, hay unas que, siendo comunes á todos, reciben el nombre de *generales*, y otras que, no concurriendo en ellas igual circunstancia, se han denominado *particulares*. Sin dificultad se advierte que el estudio de las primeras ha de preceder al de las segundas; así como que de éstas, y no de aquellas, hemos de servirnos para la clasificacion de los cuerpos, mediante la imposibilidad de establecer un orden dado entre objetos cualesquiera, tomando por base una circunstancia ó propiedad que igualmente convenga á todos (3).

7. En las propiedades generales de los cuerpos hay que hacer una subdivision en favor de dos de ellas, á las cuales damos el nombre de *inseparables*. A decir verdad, todas las propiedades son inseparables de los cuerpos; pero la mayor parte son tales que podemos hacer abstraccion de ellas, y considerar al cuerpo como desprovisto de tales propiedades; pero no sucede lo mismo con las dos ya indicadas, que son la *Extension* y la *Impenetrabilidad*.

8. Las demas propiedades generales son la *Porosidad*, la *Divisibilidad*, la *Compresibilidad*, la *Elasticidad*, la *Inercia*, la *Movilidad* y la *Gravedad*. De éstas hay unas, como la extension, la inercia, la movilidad y la gravedad, que pertenecen del

mismo modo á la materia que á los cuerpos; otras, como la porosidad, divisibilidad, compresibilidad y elasticidad, que corresponden á los cuerpos y no á la materia; y finalmente, la impenetrabilidad, que es propiedad esclusiva de la materia. Volveremos á recordar estas subdivisiones cuando en las lecciones siguientes tratemos de cada una de estas propiedades, siendo fácil entonces demostrar las razones que existen para adotar esta clasificación (4).

9. Los cuerpos se presentan bajo tres estados diferentes, que denominamos *sólido, líquido y aeriforme*: cuyos tres estados consisten únicamente en la diversa trabazón que existe entre las moléculas de los diferentes cuerpos. No siendo posible estudiar debidamente esta parte hasta más adelante, procuraremos sin embargo fijar las ideas de modo que tengamos luego que ampliarlas, pero no que corregirlas en ningún caso.

10. Los cuerpos *sólidos*, tales como la piedra, la madera &c., son aquellos que no cambian de forma, que no permiten la separación de sus partes sin un esfuerzo frecuentemente considerable de nuestra parte. Los cuerpos *líquidos*, como el agua, permiten obtener con un pequeño esfuerzo lo que en los sólidos no podríamos conseguir sin uno considerable; y finalmente, los *aeriformes ó gases*, tales como el aire, no solamente no necesitamos esfuerzo para romperlos ó dividirlos, sino que, como probaremos más adelante, se hallan sus moléculas en un estado continuo de repulsión. Podemos decir también que los cuerpos sólidos conservan por sí la forma que les ha dado la naturaleza ó las artes; así es que un cilindro de hierro no cambiará por sí su figura cilíndrica, conservándola sin esfuerzo ni acción alguna por nuestra parte: los líquidos no pueden afectar una figura determinada más que encerrándolos en vasos cuya forma adquieren, y la cual desaparece cuando el vaso lo verifica; los aeriformes se hallan en el mismo caso que los líquidos, aunque la repulsión que hemos citado modifica notablemente los resultados que con unos ú otros se obtienen; así es que un vaso cilíndrico lleno de agua se reducirá á un cilindro mitad del primitivo, si extraemos una mitad del líquido; pero si estuviese lleno de aire y perfectamente cerrado, siempre sería el mismo el cilindro total, es decir, permanecería siempre lleno, aun cuando solo quedase una fracción cualquiera de la cantidad primitiva (5).

11. En los cuerpos rigorosamente considerados nada hay que los haga preferir uno á otro de estos estados; así se verifica que los cuerpos sólidos en su mayor parte pueden pasar á líquidos, y aun á aeriformes, y estos recíprocamente pasar á líquidos y llegar á solidificarse; de lo cual tenemos un ejemplo notable en el agua que, presentándose ordinariamente en estado líquido, fácilmente pasa á sólido ó hielo, y también se presenta en estado aeriforme ó de vapor. Cierto es que algunos cuerpos sufren una descomposición antes de llegar al estado líquido; pero no podemos asegurar si la imposibilidad está en los cuerpos mismos, ó en los medios que tenemos á nuestra disposición hasta el día. Por lo que acerca del agua acabamos de esponer, se viene fácilmente en conocimiento de que el agente que produce estas trasformaciones ó cambios de estado es el calor; pero no siendo posible darnos cuenta por ahora de lo que á este fluido pertenece, doblaremos, por decirlo así, la hoja, para ocuparnos en ésta y otras propiedades en el lugar correspondiente.

## LECCION III.

**Extension.—Consideraciones acerca del modo de medirla, y explicacion del nonius ó vernier.—Impenetrabilidad.—Medios experimentales para hacer constar esta propiedad en los tres estados de los cuerpos: ya sea respecto de los de estado semejante, ya con los de estado diferente.**

12. En la leccion anterior decíamos que la propiedad llamada *extension* era de las que corresponden tanto á las moléculas ó materia de que los cuerpos se hallan formados, como á los cuerpos mismos; y fácilmente echamos de ver la exactitud de este aserto, reflexionando que la *extension* no es otra cosa que el espacio que ocupa un cuerpo, cuya porcion de espacio limitado es lo que denominamos su *volumen*. La *extension*, como la Geometría nos enseña, consta de tres dimensiones, que son longitud, latitud y profundidad, altura ó grueso, las cuales han de encontrarse reunidas indispensablemente para constituir un cuerpo, aun cuando solo sea un átomo material; y no solamente debe verificarse de este modo, sino que ni aun por medio de abstracciones podemos darnos cuenta de la existencia de un cuerpo que no sea extenso, y que no lo sea en las tres dimensiones; por cuya razon calificábamos esta propiedad entre las inseparables de los cuerpos. Sin embargo, esta propiedad por sí sola no basta para caracterizar la presencia de un cuerpo, puesto que, como veremos en la óptica, pueden formarse imágenes aéreas que constituyen un volumen, pero sin que éntre en su formación un solo átomo de materia; hallándose las sombras en igual caso por constituir volúmenes geométricos, sin que la materia éntre inmediatamente en su formación.

13. La medida de la *extension* pertenece exclusivamente á la Geometría; pero no obstante, deberemos explicar el modo de conseguir con precision la medida de las longitudes por las continuas aplicaciones que tendremos necesidad de verificar. Nada tendríamos que dudar, si la longitud propuesta comprendiese un número exacto de veces la unidad lineal, el pie, por ejemplo; pero la dificultad empieza cuando no se contiene un número exacto de pies, pulgadas y líneas en la magnitud cuya medida buscamos; dificultad que no se resuelve dividiendo la línea en porciones más pequeñas, tanto por la dificultad de esta division, cuanto por la que resultaría de la lectura y coincidencia de la misma. Afortunadamente el aparato llamado *nonius ó vernier*, del nombre de su inventor, nada deja que desear respecto á la precision en la cuestion presente: consiste en unir una regla de madera, ó de cualquier sustancia á propósito, á aquella en que las divisiones longitudinales están marcadas, y que nos ha de servir para la operacion propuesta; la regla auxiliar ó *nonius* debe abrazar un número exacto de divisiones, las cuales se dividirán sobre ella en una más, y el aparato estará concluido.

14. Supongamos que se haya dividido en líneas la regla AB [fig. 13] que sirve de unidad, y que deseemos medir la longitud con una aproximacion de 1/10 de li-

nea. Tomaremos otra regla VV de 9 líneas de longitud, la que dividiremos en diez partes iguales, y la cual constituirá el nonius: cada una de sus partes será solamente de  $9/10$  de línea, y por lo mismo diferirá  $1/10$  de línea de las partes de la otra regla. Si se coloca la regla VV sobre la AB, de modo que se correspondan las extremidades A y V, no habrá coincidencia entre las otras divisiones: la primera señal del nonius quedará atrasada de  $1/10$  de línea, la segunda de  $2/10$ , la tercera de  $3/10$  etc. Si ahora se hace coincidir la primera división de la regla y del nonius, éste se hallará adelantado de  $1/10$  de línea, partiendo de la extremidad de la regla, y estaría adelantado de  $2/10$ ,  $3/10$ ,  $4/10$  etc. si se verificase la coincidencia sobre la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> división de la misma. Entendido el fundamento del nonius, nada hay más fácil que servirse de él.

Supongamos que se quiere medir una longitud CD con una aproximación de  $1/10$  de línea: para esto se la aplicará á la regla Ab, haciendo coincidir exactamente las extremidades, y nos dará un cierto número de líneas, mas una fracción que tratamos de apreciar. Para conseguirlo se aplica el nonius VV á la extremidad D de la longitud, y se observa cual es la división que se corresponde con una de las de la regla. Sea v. gr. la 6.<sup>a</sup>, lo cual nos dice que la fracción vale  $6/10$  de línea. Entendido esto, se concibe muy bien que puede disponerse el nonius de modo que dé aproximaciones mayores, para lo que no habrá mas que tomar 19 ó 29 líneas, y dividir esta distancia en 20 ó 30 partes iguales, lo que nos producirá el medio de apreciar fracciones de  $1/20$  ó de  $1/30$  de línea. Sin embargo, la aproximación de  $1/10$  de línea parece suficiente, porque pasado este límite resulta confusión en la lectura, no distinguiéndose bien cuál de las divisiones ha de tomarse para la coincidencia. Este aparato se emplea también para la medida de los minutos y segundos contenidos en un arco propuesto.

15. Además de la extensión hemos colocado como inseparable la propiedad conocida por *impenetrabilidad*, la cual es la exclusión que todo cuerpo verifica de cualquier otro en la porción del espacio que él ocupa, ó la imposibilidad de que un mismo espacio sea ocupado por más de un cuerpo á la vez. Esta propiedad pertenece á la materia exclusivamente, puesto que los cuerpos pueden penetrarse, si bien esto no se verifica respecto de las moléculas que los constituyen, las cuales se ven obligadas á estrecharse ó cambiar de posición para dar paso al cuerpo penetrante. Así sucede que un clavo introducido en la pared, una estaca en el terreno etc., penetran por entre las moléculas, á las que fuerzan á estrechar sus distancias, pero sin atravesar ó penetrar un átomo siquiera: por esto ha recibido esta penetración el nombre de aparente, con el cual se la designa en la ciencia.

16. Por lo que precede se concibe muy bien que la penetración de los sólidos entre sí solo puede ser aparente en el sentido que hemos asignado á esta palabra, y que si en lo interior de los mismos penetran líquidos ó gases, se verifica también por la interposición de las partículas, pero excluyéndose éstas mutuamente.

17. Se prueba la impenetrabilidad de los sólidos con los líquidos, y recíprocamente, introduciendo un sólido en una vasija que contenga un líquido, y se notará que éste se derrama si el vaso estaba lleno, y en el caso de no estarlo, el líquido se eleva del mismo modo que si se hubiese aumentado de un volumen igual al del

sólido introducido. La impenetrabilidad de los líquidos unos con otros se prueba echando en una vasija que contenga un líquido, una porción de otro que tenga con el primero una acción química débil, y si ser puede nula: en cuyo caso se observa que el volumen que resulta es igual á la suma de los volúmenes parciales, sin que obste para esto el que los líquidos se mezclen ó se interpongan sus respectivas moléculas: y decimos que la acción química fuese nula, porque existen en otro caso ejemplos de penetración aparente, como se verifica introduciendo en un vaso de agua ácido sulfúrico y agitándolos, en cuyo caso se observa una disminución de volumen, lo que no proviene de una penetración verdadera, sino de una unión más íntima entre los átomos, como lo prueba el calor desprendido y que se hace sensible en lo exterior de la vasija de un modo notable.

18. Fácil es también el probar la impenetrabilidad de los líquidos con los gases y al contrario, para lo cual no hay más que tomar un vaso cualquiera ó introducirle boca abajo en un depósito de líquido, y se notará que éste no penetra en lo interior del vaso invertido, elevándose por la parte exterior casi del mismo modo que si fuese un sólido macizo. Con la mira de fijar la atención en este experimento, acostumbra á ponerse una cerilla encendida y flotante, la que, introducida debajo del vaso en cuestión, produce el notable espectáculo de una luz debajo del agua. Cierta es que un poco de líquido entra en el vaso, y que esta cantidad aumenta con la profundidad: pero esto no se opone á la impenetrabilidad, y más adelante tendremos lugar de ocuparnos de esta circunstancia. En esto está fundada la construcción de la campana de buzos que se emplea para descender y trabajar bajo del agua, y la ceba hidroneumática, aparato destinado á trasvasar y recoger los gases, y que será descrito en otro lugar.

19. La impenetrabilidad de los gases unos con otros es igualmente fácil de hacer constar: para lo cual se dispone un frasco en que por la reacción de un ácido sobre la cal se desprenda gas ácido carbónico, el cual se recibe en un vaso común, y como este gas, según se explicará en tiempo y lugar oportuno, no puede alimentar la combustión, se introduce en la vasija una cerilla encendida, y se ve que inmediatamente se apaga, lo cual prueba que el gas ácido carbónico ha desalojado al aire, y por lo tanto que estos cuerpos se excluyen ó son impenetrables.

20. La impenetrabilidad se basta á sí misma para determinar la existencia de un cuerpo; pero fácilmente echarémos de ver que en la idea de impenetrabilidad va implícitamente unida la de extensión, de modo que pudiéramos decir que estas dos propiedades son las que caracterizan la materia, y que son, rigorosamente hablando, las únicas que la pertenecen.

## LECCION IV.

**Porosidad.—Razones para admitirla en todos los cuerpos, y experimentos que lo confirman.—Divisibilidad.—Diferencia que presenta esta propiedad considerada matemática ó físicamente.—Razones y hechos que prueban que la divisibilidad física no es ni puede ser indefinida.**

21. Por lo que llevamos explicado en las lecciones precedentes hemos podido convencernos de que los cuerpos son un conjunto ó agregado de moléculas, y que éstas se hallan unidas de modo que no permiten fácilmente la interposicion de otra cualquiera: falta examinar si estas moléculas se hallan en contacto inmediato, ó si por el contrario, están separadas de uno ú otro modo. La observacion y la experiencia nos enseñan que las moléculas no están en ningún cuerpo unidas por un contacto íntimo, sino separadas por intervalos mas ó menos considerables, que reciben el nombre de *poros*, y de aquí el admitir la *porosidad* como una propiedad general de los cuerpos.

22. Todos los cuerpos sólidos son porosos, lo que en muchos se prueba inmediatamente por presentarse los intersticios á la simple vista, como sucede con el corcho, la piedra pómez y otros varios; algunos otros presentan los poros visibles con el auxilio de instrumentos ópticos, y otros varios no permiten ser distinguidos por ninguno de estos medios. De aquí proviene la division que algunos hacen de la porosidad en *aparente y molecular*. Podemos tambien observar la porosidad de un gran número de cuerpos por la circunstancia que presentan de absorver líquidos que ya por lo expuesto no pudieran introducirse en lo interior de los cuerpos sólidos que careciesen de porosidad: en algunas ocasiones es necesario un estrapañosys para determinar la introduccion de las partículas líquidas entre los cuerpos porosos, al paso que en otras se consigue sin esfuerzo alguno.

Los metales mas compactos, las piedras, y todos los sólidos por fin, podemos asegurar que son porosos por la circunstancia que presentan de poder disminuir de volumen; lo cual no puede verificarse de otro modo que estrechándose las distancias ó poros que el cuerpo presente, no pudiendo admitirse que las moléculas se hagan mas pequeñas, puesto que, como ya sabemos y tendremos ocasiones repetidas de comprobar en lo sucesivo, no poseen mas propiedades que la extension y la impenetrabilidad.

23. Los líquidos nos presentan pruebas de porosidad bien sensibles, no solamente respecto de los sólidos, sino unos líquidos con otros: sabemos con efecto que cuando en una vasija se reúne agua y vino comun, v. gr., el volumen que resulta es la suma de los volúmenes de ambos cuerpos; y observamos al mismo tiempo, que todo el líquido ha sido teñido, efecto de la interposicion de las moléculas del uno entre las moléculas del otro; ó lo que es lo mismo, de acomodarse las partículas de cada uno en los poros que el otro le presenta.

24. Poco tendremos que decir respecto de los gases, recordando el estado de repulsion en que sus moléculas se encuentran; porque esta propiedad no solo nos prueba su porosidad, y nos dice que es mayor que la de los demas cuerpos, sino que siempre está tendiendo á aumentar indefinidamente.

25. Esta propiedad es realmente inseparable de los cuerpos, puesto que ninguno existe á quien no comprenda; pero no la hemos colocado como tal, porque podemos mentalmente separarla de ellos, pues nada mas fácil que figurarse un cuerpo cuyas moléculas, hallándose en contacto íntimo, no presenten poro alguno, sin embargo de que la naturaleza no nos presenta ejemplo alguno de cuerpo semejante.

26. Al observar que las moléculas de los cuerpos no están en contacto inmediato, ocurre naturalmente averiguar, si será posible separar unas partes de otras en los cuerpos, ó lo que es lo mismo, si podrán ser divididos; y las observaciones diarias, podemos decir, de lo que continuamente pasa á nuestra vista nos autorizan para decir que son divisibles, ó que la *divisibilidad* es una propiedad general de los cuerpos.

27. La divisibilidad puede considerarse *geométrica ó físicamente*: la primera, como que únicamente se entiende en abstracto, puede llegar al infinito, puesto que, por pequeña que una cantidad sea, aun podemos imaginar la subdivision de la misma en una porcion de partes cualesquiera. Si consideramos la divisibilidad material ó física, vemos que puede llevarse hasta un punto sorprendente, por cuanto las mas tenues partículas de los cuerpos, examinadas con el microscopio, nos presentan cuerpos mas ó menos regulares, y que se concibe muy bien la posibilidad de nueva subdivision en ellos; hasta que las moléculas en su mayor grado de separacion, llevadas hasta ser invisibles por la disolucion ó por otros medios, nos indican el término de toda division, la imposibilidad de toda separacion ulterior. Asi podemos decir que la divisibilidad matemática es indefinida ó no reconoce límites; pero la divisibilidad física debe ser limitada, sin que podamos admitirla como indefinida ni empleando fuerzas físicas, ni haciendo uso de las químicas; es decir, que llegará á los átomos de la materia, pero que no podrá pasar de allí en ningún caso.

28. Ningun fenómeno conocemos que nos dé derecho á mirar la materia como divisible al infinito; y desde luego se concibe que si las moléculas elementales de los cuerpos fuesen divisibles, no serian ellas las moléculas verdaderas, sino las que resultasen de esta division; y si éstas fuesen tambien divisibles, tampoco les conveniria la denominacion de moléculas, siéndolo sí las que por la division hubiésemos obtenido: de forma que, continuando del mismo modo, y procediendo de serie en serie, hemos de llegar necesariamente á unas partículas completamente indivisibles, las cuales, y no otras, serán los verdaderos átomos de la materia: ademas, si la materia fuese divisible al infinito, se combinaria de infinito número de maneras, y por tanto veríamos sin cesar cuerpos nuevos totalmente distintos de los que los precedieron y de las formaciones sucesivas; y como la observacion y la experiencia nos dicen que esto no se verifica, podemos concluir que la divisibilidad de la materia no puede ser indefinida.

29. Sin embargo, la naturaleza y las artes nos presentan ejemplos de una divisi-

bilidad prodigiosa, y que prueba la tenuidad casi infinita de los átomos de la materia. Un grano de carmin puede teñir una gran cantidad de agua, subdividiéndose por lo tanto en un número inconcebible de partes; el oro puede hasta obtener hojas de 1/360000 de pulgada: y el agua en las burbujas que forma agitándola con jabón llega á producir una hoja ó película de 1/20000 de línea.

30. Si los sólidos y líquidos permiten una divisibilidad tan asombrosa, por lo que respecta á los gases recordaremos solo el estado de repulsion en que se encuentran, y esto bastará para convencernos de que la divisibilidad en ellos llega sin esfuerzo hasta las moléculas elementales.

VALERE FLAMMAM  
VERITATIS

**LECCION V.**

**Compresibilidad.—Medios de asegurarse de que esta propiedad reside en todos los cuerpos, y determinación de la ley que se manifiesta en los gases.—Elasticidad.—Experimentos que prueban que esta propiedad es general en los cuerpos, y clasificación de los mismos con respecto á esta propiedad.**

31. Hemos visto que los cuerpos pueden ser divididos, ó lo que es lo mismo, que empleando esfuerzos mas ó menos considerables, es posible separar sus diferentes partes; y que esta divisibilidad puede, bajo la influencia de agentes determinados, extenderse hasta las moléculas de los cuerpos: nos proponemos ahora averiguar, si es posible reducirlos de volumen ó comprimirlos, y si efectivamente esta acción puede desenvolverse en todos ellos, para concluir que la *compresibilidad* es una propiedad general de los cuerpos.

32. Nada mas fácil al parecer que probar la compresibilidad de los sólidos, puesto que, empleando un esfuerzo mas ó menos enérgico y repetido, se logra verificar una impresión en ellos que pudiera tomarse como prueba de su compresibilidad; así es que basta el esfuerzo de la uña para producir una impresión en el plomo y varias clases de madera: pero es difícil asegurarse de que la compresión ha tenido lugar, porque podrá muy bien suceder que solo se verifique un resbalamiento de las moléculas, que las coloque en nuevas posiciones, pero que no altere la relación de las distancias ó poros: así es que, para convencernos directamente de la compresibilidad de los cuerpos sólidos, sería necesario asegurarse de que la disminución de una de las dimensiones del cuerpo no producía nunca el aumento de las demas; esto no es tan fácil como pudiera creerse: de modo que la principal razón que tenemos para mirar la compresibilidad como una propiedad general, consiste en que todos aumentan de densidad en virtud de las acciones ejercidas para comprimirlos: verdad es que aun no ha llegado la ocasión de apreciar la fuerza de esta prueba, pero podemos mirarla como un hecho, ínterin llegamos á la altura necesaria para ocuparnos en estas cuestiones.

33. Los líquidos han sido mirados por mucho tiempo como incompresibles, hasta que Canton probó y midió su compresibilidad; sin embargo, lo son tan poco, que para las aplicaciones se los puede considerar como desprovistos de esta propiedad. Para hacer constar la compresibilidad de los líquidos hay un aparato debido á Oersted, denominado *piezometro*, y que consiste en lo siguiente: dentro de un vaso de paredes gruesas y lleno de agua (*fig. 2<sup>a</sup>*) va colocada una botellita de cuello largo y estrecho, en la cual se echa el líquido que se trata de examinar, y que va separado del agua exterior por una gota de mercurio que sirve de índice para indicar la disminución de volumen; esta botella se sitúa sobre una lámina metálica, en la cual lleva una escala que indica porciones iguales del volumen del líquido contenido, y á su lado se coloca en la misma plancha un tubo abierto por su parte inferior con su escala correspondiente que mide volúmenes iguales, y finalmente, en la boca del frasco lleva un cilindro macizo que ajusta exactamente, y al cual denominamos émbolo ó pistón, destinado á verificar la compresión por medio de un tornillo de presión.

Haciendo que el pistón comprima el agua del vaso, ésta, que como veremos á su tiempo, trasmite la presión en todas direcciones, oprime el líquido de la botella, y el índice de mercurio nos señala sobre la escala la disminución de volumen ó la compresión verificada; y el tubo inmediato nos dice, por razones que examinaremos en seguida, el esfuerzo que se ha empleado para conseguir la compresión.

Esta es tan pequeña, que el agua por medio del esfuerzo que produce el peso de una columna de mercurio de 28 pulgadas francesas de altura, que es lo que decimos una atmósfera, se comprime solo 0,000046 de su volumen primitivo.

34. Los gases son muy compresibles, y nada hay mas fácil que asegurarse de ello oprimiendo una vejiga llena de aire, ó introduciendo un pistón en un cilindro que contenga el mismo fluido; pero no solamente se verifica que sufren una reducción de volumen tanto mas considerable cuanto mas enérgica es la presión, sino que existe una relación conocida entre volúmenes y presiones, la que se denomina *ley de Mariotte*, por ser debida á ese sabio. Para determinarla se toma un tubo encorvado (*fig. 3<sup>a</sup>*) y cerrado en el extremo de la rama mas corta, se echa mercurio de modo que se coloque en la línea AB, dejando encerrado en la rama corta, que deberá estar dividida en partes de igual capacidad, un volumen de aire igual exterior en cuanto á las circunstancias en que se encuentra; en este estado se echa mercurio hasta M, que suponemos á una altura de 28 pulgadas sobre el nivel del brazo corto; y el volumen de aire se reduce á la mitad, llegando el mercurio hasta C; si aun añadimos otra columna igual de mercurio hasta T, el volumen se reducirá á la tercera parte del primitivo, y se reducirá á la cuarta parte aumentando otra columna igual de azogue, y así prosiguiendo.

35. Examinando lo que aquí sucede, vemos que las presiones ejercidas son 1, 2, 3, 4 &c., y los volúmenes ocupados vienen expresados por 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$  &c., lo que se expresa diciendo, que *los volúmenes ocupados por una misma masa de gas, se hallan en razón inversa de las presiones ejercidas*. Esta es la ley de Mariotte, que es una de las que mas frecuentemente tendremos necesidad de citar.

36. Llegados á este punto, ocurre naturalmente la cuestion siguiente: ¿los cuerpos que han sido comprimidos permanecen con el volumen adquirido cuando cesa el esfuerzo comprimente, ó recobran el volumen primitivo? No hace aun muchos años que se hubiera contestado que habia cuerpos en quienes se verificaba lo primero, y otros á quienes sucedia lo segundo; pero en el dia puede decirse que todos los cuerpos reobran con mas ó menos energía para recobrar el volumen ó forma primitiva, á cuya reaccion, á cuyo esfuerzo designamos con la palabra *elasticidad*, y de aquí el decir que ésta es una propiedad general de los cuerpos.

37. Tratándose de los sólidos, vemos con efecto que una varilla de acero templado, si se la encorva y se la abandona en seguida á sí misma, vuelve á tomar su anterior forma rectilínea, haciendo una serie de movimientos de va-y-ven, ó como decimos en física, de oscilaciones; y si esto mismo lo hacemos con una varilla de plomo, nos hallaremos que permanece encorvada, y nada observaremos en ella que dé indicios de que trate de recobrar su posicion primitiva, pareciendo por tanto que el plomo se halla desprovisto de elasticidad, pero sin embargo no es así: todos los cuerpos tienen un límite de elasticidad, que se manifiesta en unos por la desintegracion ó fractura del cuerpo, y en otros por conservar las moléculas las nuevas posiciones adquiridas; tanto la varilla de acero como la de plomo han sufrido al encorvarse, una separacion de las moléculas en la parte convexa, y una aglomeracion en la parte cóncava: las moléculas separadas deben desenvolver una accion tendiendo á agruparlas como anteriormente se encontraban, y las aglomeradas tenderán á recobrar las distancias anteriores; y conspirando al mismo fin ambas acciones, el resultado debe ser el adquirir nuevamente la posicion perdida; pero si se excede el límite en el acero, la ruptura será inevitable, así como el plomo permanecerá doblado por acomodarse las moléculas en sus nuevas situaciones. Esto nos dice que hay cuerpos mas y menos elásticos respectivamente; así el plomo recobrará la posicion que tenia, si el desarreglo de las moléculas es corto, de lo cual podemos asegurarnos separándole poco de su posicion; así se verifica que, si de una altura dada dejamos caer sobre un plano resistente una bala de plomo, resulta una faceta en el sitio del choque, al paso que un perdigon, cayendo de la misma altura, rebota sin conservar impresion alguna, en razon á que el desarreglo de sus moléculas ha sido corto, y no habiendo llegado al límite que le corresponde, han reobrado como las de acero para colocarse en las posiciones anteriores.

38. De todo esto se deduce, que no hay cuerpo desprovisto de elasticidad; si bien en algunos es tan poca, que pueden ser mirados como no elásticos en la mayor parte de las aplicaciones. Los cuerpos no recobran todos del mismo modo su forma ó volumen anterior, pues unos lo verifican instantáneamente ó en un tiempo indivisible, y otros tardan un tiempo apreciable, aunque muy corto. Damos á los primeros el nombre de cuerpos elásticos de segunda, sobresaliendo en los de primera el mármol, el vidrio y el mármol, y entre los de segunda la goma elástica, la plumazon, el esparto &c. Tendremos necesidad de recordar y aun de ampliar estas consideraciones cuando tratemos de la comunicacion del movimiento, y entonces como ahora nos convenceremos de que no hay cuerpo alguno sin elasticidad, así como en los sólidos no hay ninguno que podamos mirar como perfectamente elástico.

39. Los líquidos son elásticos, como lo prueba el piezometro, en el cual vuelve el índice á su posicion primera en cuanto cesa la presion ejercida; sin embargo, como hemos visto que los líquidos son poco compresibles, parece que su elasticidad no debe ser grande, pues poco podrá recobrar un cuerpo cuyas moléculas han sido tambien poco agrupadas; pero cuando nos ocupemos en la acústica, y veamos la dependencia que hay entre la elasticidad y la produccion y propagacion del sonido, nos convenceremos de que la elasticidad de estos cuerpos es mucho mayor de lo que á primera vista parece corresponderles.

40. Los gases no solamente son elásticos, sino que lo son perfectamente; y ninguna duda puede quedarnos de ello, recordando la continua repulsion de sus moléculas, que están siempre tendiendo á ensancharse, á ocupar mayor espacio, ó lo que es lo mismo, desenvolviendo un resorte enérgico y continuo. Es tan notable la elasticidad en estos fluidos, que se dice con frecuencia *estado elástico*, como sinónimo de estado gaseoso ó aeriforme, y esta propiedad conduce á aplicaciones de la mayor importancia, que serán desenvueltas en el curso de estas lecciones. Decimos que son perfectamente elásticos, porque jamas pierden esta propiedad, á diferencia de los sólidos que pueden, si no perderla enteramente, debilitarse de un modo notable por el uso y por otras causas.

## LECCION VI.

**Inercia.—Explicacion de sus leyes é influencia de esta propiedad para modificar siempre la accion de las fuerzas.—Movilidad.—Explicacion de esta propiedad.—Gravedad considerada solo como una causa de movimiento.—Cohesion.—Dureza.—Maleabilidad.—Ductilidad.**

41. *Inercia* llamamos á la falta de aptitud que tiene la materia para darse movimiento á sí propia, cuya propiedad, como anteriormente hemos indicado, corresponde á los cuerpos del mismo modo que á la materia que los forma. Se concibe sin dificultad que un cuerpo fijo ó en reposo no puede nunca darse movimiento á sí propio, y que por lo tanto permanecerá eternamente en el sitio que se le coloque, si una causa externa no viene á cambiar las condiciones en que se encuentra. Pero la inercia no solo consiste en la permanencia en el reposo, sino tambien en la del movimiento: así que, decimos que un cuerpo conservará indefinidamente el estado de reposo ó movimiento en que se encuentre, á menos que causas exteriores no vengán á aniquilar ó interrumpir el estado en que se halle.

42. La segunda parte de la proposicion parece á primera vista tanto mas dudosa, cuanto que lo que observamos diariamente podemos decir que es exacta:

mente lo contrario; y nuestros antepasados, juzgando de este modo, sostenian que la materia tendia mas al reposo que al movimiento: y efectivamente, lo que la experiencia diaria nos enseña es que todo cuerpo en movimiento llega á pararse al cabo de mas ó menos tiempo: pero si observamos cuidadosamente las circunstancias que producen esta aniquilacion del movimiento, veremos que todas ellas no son mas que resistencias ú obstáculos que el cuerpo encuentra en su marcha, la cual no cesaria nunca si aquellos no existiesen. Si hacemos marchar una esfera á lo largo de un plano, hallaremos que tarda mas en pararse á medida que el plano y la esfera presentan menos asperezas ó están mas pulimentados; de modo que, á medida que disminuyen los obstáculos que en este caso produce, lo que mas adelante explicaremos con el nombre de rozamiento, el movimiento es de mayor duracion; de forma que si éste tuviese lugar en paraje en que las resistencias fuesen nulas, como sucede con los cuerpos de nuestro sistema planetario, nos dice la observacion y la experiencia que entonces no cesaria jamas.

43. Ademas se observa que, cuando queremos detener un cuerpo, tenemos necesidad de emplear un esfuerzo mas ó menos considerable para conseguirlo; esfuerzo que estamos seguros de que, si le aplicásemos al mismo cuerpo en reposo, seria capaz de determinar su movimiento; luego para aniquilar el movimiento de un cuerpo hay que comunicarle otro en sentido contrario: de donde se sigue que, si concedemos al cuerpo la facultad de aniquilar el movimiento adquirido, le concedemos tambien la de darse un movimiento á sí propio en este caso; y como las propiedades físicas de los cuerpos son las mismas, ya se los considere fijos ó ya en movimiento, vendremos á parar en que los cuerpos gozarian la facultad de darse movimiento á sí mismos hallándose en reposo, lo que es absurdo, y se halla en contradiccion con lo que, como la primera parte de la proposicion establece, la experiencia diaria nos enseña; luego la segunda parte de la proposicion es verdadera, y por tanto, un cuerpo en movimiento solo será detenido por los obstáculos exteriores que encuentre en su marcha.

44. La observacion y la experiencia, no menos que las consideraciones que preceden, nos dicen que cuando desenvolvemos un esfuerzo para poner un cuerpo en movimiento, esta accion es recíproca, y el cuerpo desenvuelve tambien un esfuerzo en sentido contrario; de modo que, cuando nuestra mano solicita un cuerpo, éste solicita nuestra mano con la misma energia y en direccion contraria; y como el esfuerzo consumido en la accion ejercida puede considerarse como absorbido ó segregado por la accion en sentido contrario que el cuerpo produce, de aquí viene el decir que la reaccion es siempre igual y contraria á la accion, que es otra de las leyes de inercia.

Al ocuparnos en las leyes de la comunicacion del movimiento tendremos ocasion de recordar estas leyes y de confirmarlas con diferentes ejemplos.

45. Reflexionando sobre las leyes de inercia se echa de ver fácilmente que esta propiedad de los cuerpos ha de modificar necesariamente los efectos que sin ella producirian los esfuerzos que pudiéramos comunicarles, puesto que los cuerpos oponen una resistencia á abandonar el estado en que se encuentran, sea éste de reposo, ó sea de movimiento, cuya resistencia ha de vencerse necesariamente, y

en lo cual se ha de consumir, por lo que va dicho, una parte del esfuerzo, el cual por lo tanto no producirá todo el efecto útil que debiéramos esperar en otro caso.

46. La circunstancia que los cuerpos presentan de poderse mover en virtud de un impulso comunicado, es lo que se designa con el nombre de *movilidad*; la cual es una propiedad general de los cuerpos, puesto que no existe ninguno que no pueda ocupar sucesivamente diversas porciones del espacio; y la observacion y la experiencia nos dicen que esta propiedad siempre los acompaña, por cuanto ningun cuerpo conocemos que no se halle en movimiento, toda vez que la tierra y los cuerpos que llenan el espacio se encuentran girando sin cesar.

47. Tanto el reposo como el movimiento pueden ser considerados absoluta ó relativamente. Decimos que un cuerpo se halla en reposo absoluto, cuando persevera en un mismo punto del espacio; y decimos que está en reposo relativo, cuando conserva la misma posicion respecto de otros que consideramos como fijos. El reposo absoluto no existe en el sistema del mundo, pues que todos los cuerpos, como antes decíamos, giran sin cesar. Movimiento absoluto señala el estado de un cuerpo que cambia realmente de sitio en el espacio; y movimiento relativo el de un cuerpo que cambia de posicion respecto de otros que suponemos inmóviles. Resulta de estos principios, que la medida del movimiento absoluto es imposible, porque no conocemos ningun punto fijo que pueda servirnos de señal ó de partida.

48. Los cuerpos, cuando cesan de estar sostenidos, adquieren un movimiento de descenso, cuya accion, que parecen adquirir por sí mismos, es lo que conocemos con el nombre de *gravedad*. Este movimiento adquirido, no solamente no se opone á las leyes de inercia, sino que es una de las causas que hacen aniquilar el esfuerzo que á un cuerpo puede comunicársele al dirigírle por el aire oblicua ú horizontalmente: efectivamente, esta accion de la gravedad obra, como si residiese en el centro de la tierra y ejerciese una atraccion de todos los cuerpos hácia este punto; atraccion, por otra parte, que no admite tregua ni descanso, y está actuando continuamente: por lo tanto, ya actúe sola, ya combinada con una impulsión cualquiera, el cuerpo se dirige verticalmente en el primer caso, y describiendo una curva en el segundo hasta tocar con la tierra, donde queda aniquilado el movimiento por su resistencia.

49. Esta accion, que sin cesar actúa sobre los cuerpos, y que tiende á unirlos todos con la tierra y á estrechar las distancias que los separan de su centro, es lo que, como va dicho, conocemos con el nombre de *gravedad*: la atraccion que reñe á los cuerpos de nuestro sistema planetario á distancias dadas del sol, al rededor del cual giran, recibe el nombre de *gravitacion*; y finalmente, la que mantiene unidas las moléculas de los cuerpos, impidiendo que las particulas de los mismos se dispersen en el espacio, lo cual pareca que debiera suceder, puesto que en virtud de la porosidad sabemos que no se hallan en contacto íntimo, se denomina *cohesion*. Mas adelante se nos presentará ocasion de recordar lo perteneciente á estas acciones, y entrar en pormenores imposibles de comprender en este lugar.

50. De la cohesion de las particulas nace la diferente resistencia que presentan los cuerpos, ya á ser divididos, ó ya á cambiar de colocacion las moléculas. De aquí se origina lo que llamamos *dureza*, que es una propiedad relativa que varía

hasta con el modo de ensayarla, pues que hay cuerpos que ceden á la percusion ó choque, y son casi inatacables por la presion y el rozamiento: este segundo medio es el que se emplea para conocer la dureza. es decir, viendo el cuerpo que ataca ó raya á otro, en cuyo sentido decimos, que el diamante es el mas duro de los cuerpos.

51. Cuando se estudia esta propiedad bajo el aspecto de colocar las moléculas de los cuerpos en nuevas posiciones, da lugar á la *malleabilidad*, ó facultad de extenderse en láminas por medio del martillo ó de los laminadores; y á la *ductilidad*, ó facultad de dejarse estirar en hilos por medio de la hilera.



## MECÁNICA DE SÓLIDOS.

### LECCION VII.

**Explicacion de lo que entendemos por fuerza, de lo que lleva el nombre de resultante y de componente.—Diferentes casos que ocurren en el problema general de la composicion de fuerzas.**

52. Los diversos agentes que actúan sobre los cuerpos reciben el nombre de *fuerzas* cuando se los considera como causas de movimiento; así podemos decir, que *fuerza es todo lo que comunica ó tiende á comunicar un movimiento*. A poco que reflexionemos sobre esta definicion, nos convenceremos de su exactitud, puesto que observamos cuerpos que no adquieren movimiento sensible, aun cuando nos conste que se hallan solicitados por fuerzas considerables.

53. Las fuerzas son cantidades, puesto que pueden sufrir aumento ó disminucion, y no solo son cantidades, sino que son medibles, y por tanto del dominio de las matemáticas. Una fuerza queda determinada cuando se da su *direccion*, su *magnitud ó intensidad*, y su *punto de aplicacion*; representándose lo primero por líneas, lo segundo por partes tomadas sobre las mismas, y el punto de aplicacion por las coordenadas correspondientes.

54. Un cuerpo sobre el cual actúan fuerzas en mas ó menos número, y no lo gran imprimirle un movimiento, decimos que está en *equilibrio*; lo cual no debe nunca confundirse con el *reposo*, que nos indica la carencia de toda fuerza. Si el cuerpo solicitado no está en equilibrio, adquirirá un movimiento; pero observaremos que cualquiera que sea la relacion de las fuerzas, el cuerpo no seguirá mas de un camino, puesto que es imposible que siga dos ó mas á la vez; y de aquí concluimos, que el sistema de fuerzas podrá ser reemplazado por una fuerza única, estimada en la direccion del movimiento adquirido, y capaz de producir por sí sola el mismo efecto que todas las demas reunidas: á esta fuerza denominamos *resultante* del sistema, y las que han concurrido á su determinacion reciben el nombre de *componentes*. En el caso del equilibrio la resultante es cero.

55. Consideradas las fuerzas del modo que antecede, todo cuanto á las mismas

hasta con el modo de ensayarla, pues que hay cuerpos que ceden á la percusion ó choque, y son casi inatacables por la presion y el rozamiento: este segundo medio es el que se emplea para conocer la dureza. es decir, viendo el cuerpo que ataca ó raya á otro, en cuyo sentido decimos, que el diamante es el mas duro de los cuerpos.

51. Cuando se estudia esta propiedad bajo el aspecto de colocar las moléculas de los cuerpos en nuevas posiciones, da lugar á la *malleabilidad*, ó facultad de extenderse en láminas por medio del martillo ó de los laminadores; y á la *ductilidad*, ó facultad de dejarse estirar en hilos por medio de la hilera.



## MECÁNICA DE SÓLIDOS.

### LECCION VII.

**Explicacion de lo que entendemos por fuerza, de lo que lleva el nombre de resultante y de componente.—Diferentes casos que ocurren en el problema general de la composicion de fuerzas.**

52. Los diversos agentes que actúan sobre los cuerpos reciben el nombre de *fuerzas* cuando se los considera como causas de movimiento; así podemos decir, que *fuerza es todo lo que comunica ó tiende á comunicar un movimiento*. A poco que reflexionemos sobre esta definicion, nos convenceremos de su exactitud, puesto que observamos cuerpos que no adquieren movimiento sensible, aun cuando nos conste que se hallan solicitados por fuerzas considerables.

53. Las fuerzas son cantidades, puesto que pueden sufrir aumento ó disminucion, y no solo son cantidades, sino que son medibles, y por tanto del dominio de las matemáticas. Una fuerza queda determinada cuando se da su *direccion*, su *magnitud ó intensidad*, y su *punto de aplicacion*; representándose lo primero por líneas, lo segundo por partes tomadas sobre las mismas, y el punto de aplicacion por las coordenadas correspondientes.

54. Un cuerpo sobre el cual actúan fuerzas en mas ó menos número, y no lo gran imprimirle un movimiento, decimos que está en *equilibrio*; lo cual no debe nunca confundirse con el *reposo*, que nos indica la carencia de toda fuerza. Si el cuerpo solicitado no está en equilibrio, adquirirá un movimiento; pero observaremos que cualquiera que sea la relacion de las fuerzas, el cuerpo no seguirá mas de un camino, puesto que es imposible que siga dos ó mas á la vez; y de aquí concluimos, que el sistema de fuerzas podrá ser reemplazado por una fuerza única, estimada en la direccion del movimiento adquirido, y capaz de producir por sí sola el mismo efecto que todas las demas reunidas: á esta fuerza denominamos *resultante* del sistema, y las que han concurrido á su determinacion reciben el nombre de *componentes*. En el caso del equilibrio la resultante es cero.

55. Consideradas las fuerzas del modo que antecede, todo cuanto á las mismas

conciene está reducido á simples cuestiones de Geometría; y la ciencia que se ocupa de examinar las relaciones de estas fuerzas entre sí, y con las resultantes respectivas, es la que conocemos con el nombre de *Mecánica*, que se divide en mecánica de sólidos y en mecánica de fluidos, comprendiendo en esta denominación los líquidos y los aeriformes: y se subdivide luego en *Estática*, que trata del equilibrio de los sólidos, y en *Dinámica*, que considera su movimiento, en *Hidrostática*, que se ocupa del equilibrio de los fluidos, y en *Hidrodinámica*, que tiene por objeto el estudio de sus movimientos.

56. Considerada la Mecánica con toda generalidad, podemos decir que tiene por objeto la resolución de este problema: dadas las componentes, determinar la resultante; y considerarle también inversamente, esto es, dada la resultante, hallar las componentes que la han producido. La Mecánica es una ciencia aparte, y para cuyo estudio son necesarios conocimientos algo superiores de matemáticas; pero procuraremos exponer con la mayor sencillez posible todas las cuestiones de esta ciencia que perteneciendo igualmente á la Física, son de todo punto indispensables, si se ha de progresar en su estudio.

57. Las fuerzas pueden formar ángulos, ó ser paralelas, y en el primer caso pueden estar situadas en un mismo plano, ó en planos diferentes; y de aquí los diferentes casos que ocurren en la composición de fuerzas, todos los cuales examinaremos sucesivamente del modo físico que hace á nuestro propósito.

58. Por lo que va dicho respecto al equilibrio y al movimiento, se viene en conocimiento de que un cuerpo solicitado por una fuerza única nunca podrá estar en equilibrio, pues que obedeciendo el cuerpo, en virtud de la inercia, á la fuerza que le solicita, necesita otra por lo menos que destruya el efecto de la primera. El caso mas sencillo, pues, de equilibrio es el de dos fuerzas, que para producirle es indispensable que sean iguales y directamente opuestas, pues solo estando el cuerpo solicitado igualmente y en sentidos opuestos, es como únicamente podrá permanecer fijo por la acción de dos solas fuerzas, porque entonces éstas se destruyen y nos dan un resultante cero.

### LECCION VIII.

#### Determinación de la resultante en las fuerzas concurrentes cuando se hallan situadas en un mismo plano.

59. Las diferentes fuerzas que suponemos solicitan á un cuerpo pueden actuar en la prolongación de una misma recta, y en este caso pueden verificarlo siguiendo todas una misma dirección, ó actuando en direcciones opuestas. Si todas actúan en una misma dirección, la resultante es igual á la suma de todas ellas, y actúa en la dirección única en que lo verifican las componentes. Si fuesen dos solas fuerzas actuando sobre un punto en sentidos contrarios, la resultante será igual á su diferencia y actuará en el sentido de la mayor, en razón á que la fuerza mayor puede imaginarse descompuesta en dos, una igual á la menor, que se des-

truirá con ella, y otra que vendrá representada por el exceso ó diferencia, que obrará como si estuviese sola, y por consiguiente será la resultante del sistema. Si las dos fuerzas fuesen iguales, su resultante sería cero, como ya hemos dicho, y el sistema estaría en equilibrio. Si en vez de ser dos solas fuerzas, fuesen en gran número, hallaríamos la resultante de las que actúasen en un sentido, que sabemos sería igual á su suma; y procediendo del mismo modo, buscaríamos la resultante de las que fuesen en el sentido opuesto, y vendríamos á parar en el caso anterior de dos solas fuerzas, que serían ahora las dos resultantes determinadas; de modo que la resultante final estará representada por la diferencia entre las dos sumas verificadas. Esta resultante actuará en el sentido de la mayor de las resultantes parciales ó de la mayor suma; pero no es seguro que lo verifique en el sentido del mayor número de fuerzas, pues que puede muy bien suceder que dos solas fuerzas, actuando en un sentido, produzcan una suma mayor que la que resulte de un gran número si éstas son mas pequeñas y obran en sentido opuesto.

60. Si las fuerzas fuesen dos y formasen ángulo, la resultante pasaría necesariamente por dentro del mismo, y tomaría por tanto una dirección intermedia, que la observación y la experiencia nos dicen que estará representada siempre por la diagonal del paralelogramo construido sobre las intensidades de las fuerzas. Continuamente estamos viendo ejemplos que lo confirman; así es como la marcha de un barco con remos, marcando estos la dirección de las componentes, sigue aquel la dirección de la diagonal.

61. Si las fuerzas concurrentes fuesen en gran número, pero situadas todas en un mismo plano, se hallaría la resultante final construyendo un paralelogramo sobre dos de las fuerzas dadas y marcando su diagonal, con lo que el sistema quedaría reducido á una fuerza menos; luego se repetiría igual operación con la resultante hallada y otra de las fuerzas, y así continuando hasta hallar la última diagonal, que será la resultante pedida.

Sean cuatro fuerzas  $P$ ,  $P'$ ,  $P''$  y  $P'''$  (fig. 4<sup>a</sup>) que concurren en el punto  $A$ ; sobre las  $P$  y  $P'$  construiremos el paralelogramo  $APBP'$ , cuya diagonal  $AB$  será la resultante; sobre  $AB$  y  $P''$  trazaremos el  $ABCP''$ , y su diagonal  $AC$  será resultante de las  $AB$  y  $P''$ ; sobre esta diagonal  $AC$  y  $P'''$  se construirá el  $ACRP'''$ , y su diagonal  $AR$  será la resultante final que buscábamos. Si las fuerzas fuesen en mayor número se procedería del mismo modo; de forma que la operación sería en este caso mas larga, pero no mas difícil.

62. Si las fuerzas, siendo concurrentes, no se hallasen en un mismo plano, la resultante se determinaría construyendo un paralelepípedo sobre tres de ellas, cuya diagonal sería su resultante; y continuando del mismo modo análogamente á lo verificado en el caso anterior.

63. Las fuerzas en general pueden constituir equilibrio, en cualquier número que se hallen, siempre que se encuentren de modo que el efecto de cada una sea aniquilado por el concurso de las demas; lo que se expresa diciendo que, cuando un sistema de fuerzas producen equilibrio, cada una es igual y directamente opuesta á la resultante de todas las demas.

Sean para esto tres fuerzas  $P$ ,  $Q$ ,  $S$  (fig. 5<sup>a</sup>) que concurren en el punto  $A$ ,

y que producen equilibrio, las fuerzas PQ darán una resultante  $S'$  que debiendo producir el mismo efecto que las componentes, se equilibrará con la fuerza  $S$ , y como dos fuerzas no pueden producir equilibrio más que en el caso de ser iguales y directamente opuestas, la fuerza  $S$  es igual y directamente opuesta á la resultante de las otras dos. Si ahora consideramos la resultante  $P'$  de las  $Q$  y  $S$ , aplicando el mismo razonamiento, será igual y directamente opuesta á  $P$ ; sucediendo lo mismo á la  $Q'$  respecto de la fuerza  $Q$ .

64. Si dada una fuerza y considerada como resultante se nos pidiesen las componentes, el problema sería indeterminado, aun en el caso de ser dos las fuerzas pedidas, puesto que la geometría nos dice que una recta puede ser diagonal de infinito número de paralelógramos.

65. La magnitud de la resultante en el caso del paralelógramo de las fuerzas pende de la que corresponda á las componentes, pero tambien tiene una gran influencia el ángulo que forman; imaginémosnos para esto (fig. 6<sup>a</sup>) el paralelógramo APRQ, del cual es diagonal la R, resultante de las P y Q; si permaneciendo la misma magnitud de estas fuerzas llegan á tomar la posición  $P'$ ,  $Q'$ , la resultante será R, menor que la anterior y estaría representada por  $R''$  cuando las fuerzas, conservando su intensidad, se hallasen en las posiciones  $P''$  y  $Q''$ . Si estas fuerzas llegasen á ser directamente opuestas por ir aumentando el ángulo, la resultante sería igual á su diferencia; y si las componentes, en el caso contrario de ir disminuyendo el ángulo que forman, llegasen á superponerse, entonces la resultante vendría representada por la suma; de modo que los límites de la resultante ó diagonal están dados por las una y la diferencia de las componentes.

## LECCION IX.

### Determinacion de la resultante de las fuerzas paralelas cuando van en un mismo sentido.

66. Las fuerzas paralelas han de considerarse siempre aplicadas á un mismo cuerpo; ó en el caso de que sean cuerpos diferentes, que se hallen invariablemente unidos; es decir, que siempre ha de haber un enlace invariable entre sus puntos de aplicación, porque de no ser así cada fuerza obraría por sí con entera independencia de las demás, y no resultaría lo que entendemos por sistema de fuerzas, sin el cual no existe la resultante en ningún caso.

67. Cuando las fuerzas paralelas sean dos y vayan en un mismo sentido, darán una resultante igual á su suma, paralela á las componentes y en el mismo sentido que ellas; lo cual debe por precision ser así, pues que las dos fuerzas dadas no pueden destruirse total ni parcialmente en la disposición que las suponemos; de modo que la resultante de las P y Q (fig. 7<sup>a</sup>) será la fuerza R paralela á ellas, y tal que  $R=P+Q$ . Su punto C de aplicación dividirá en dos partes iguales á la línea AB que une los de aplicación de las componentes, en el solo caso de que éstas sean iguales; pero si no lo fuesen se acercaría siempre á la mayor hasta el caso de confundirse con ella cuando la menor hubiese desaparecido, de modo que existirá una

relacion siempre entre la intensidad de las componentes y las distancias AC y CB, que por lo que va expuesto se podrá representar por  $P:Q::BC:AC$ , de donde resulta  $P \times AC = Q \times BC$ ; lo cual nos dice que el punto de aplicación de la resultante se obtendrá dividiendo la línea que une los de aplicación de las componentes en partes recíprocamente proporcionales á las intensidades de las mismas; y que si se multiplican las componentes por sus distancias al punto de aplicación de la resultante, se obtendrán productos iguales de cada lado; cuyos productos se denominan *momentos* de las fuerzas.

68. Como las fuerzas paralelas pueden ser en mayor número, la determinación de su resultante final se verifica por procedimientos análogos á los empleados en las fuerzas concurrentes; es decir, se halla la resultante de dos de las componentes, y luego la que corresponde á la resultante hallada y á otra de las fuerzas dadas, prosiguiendo del mismo modo hasta venir á parar á dos fuerzas únicas, cuya resultante lo será de todo el sistema propuesto.

Sean cuatro fuerzas P,  $P'$ ,  $P''$  y  $P'''$  aplicadas á los puntos A, B, D, E (fig. 8), que por lo dicho arriba se hallarán invariablemente unidos; hallaremos la resultante S de las P y  $P'$ , la cual será igual á la suma de las componentes, paralela á ellas y aplicada á un punto G que dividida la AB en partes inversamente proporcionales á las fuerzas P y  $P'$ ; por el mismo procedimiento determinaremos la T, que será resultante de S y  $P''$ , y cuyo punto de aplicación será L; y del mismo modo hallaremos la R que corresponde á las T y  $P'''$ , y que es la resultante buscada en este sistema; porque S lo es de P y  $P'$ , y siéndolo T de S y  $P''$ , R lo será de P,  $P'$ ,  $P''$  y  $P'''$ , y por tanto es la resultante final buscada. Esta resultante es paralela á las componentes, pues que S lo es á P y  $P'$ , T á S y  $P''$ , y R á T y  $P'''$ . Es al mismo tiempo igual á la suma de las componentes, porque  $S=P+P'$ , y  $T=S+P''=P+P'+P''$ , de donde  $R=T+P'''=P+P'+P''+P'''$ .

69. Si estas fuerzas girasen de un modo cualquiera en el espacio, pero conservasen su paralelismo y sus puntos de aplicación, la resultante giraría tambien del mismo modo, permaneciendo paralela á las componentes y pasando siempre por el mismo punto de aplicación, el cual punto C por esta razon ha recibido el nombre de centro de fuerzas paralelas.

Podemos repetir aquí lo que dijimos en el problema correspondiente á las fuerzas que concurren en un punto; y es que en el caso de ser mayor el número de fuerzas, sería la operación mas larga, pero no mas complicada ni difícil.

70. Si se nos diese la resultante y se pidiesen las componentes, nos hallaríamos, como sucedió en la cuestion igual propuesta para las fuerzas concurrentes, con un problema indeterminado; pues que, aun en el caso mas sencillo de ser dos solas las fuerzas pedidas y con la condicion de iguales, debiendo los puntos de aplicación hallarse á distancias iguales del de aplicación de la resultante propuesta, son infinitos los puntos que cumplen con esta condicion.

71. Lo que sí es posible y necesario en muchas ocasiones es descomponer una fuerza dada en tantas otras paralelas como sea necesario, iguales dos á dos y simétricamente colocadas. Sea para esto la fuerza dada R (fig. 9<sup>a</sup>) aplicada al punto C de la recta AB, y supongamos que se nos pide su descomposicion en número

de fuerzas iguales todas, y colocalas dos á dos simétricamente. Para conseguirlo descompondremos el valor de R en sumandos iguales, que serán y representarán las fuerzas  $p, p', p'', p'''$  y  $q, q', q'', q'''$ , y las colocaremos en los puntos tomados á distancias iguales, puesto que lo son las fuerzas  $a, b; a', b'; a'', b''; a''', b'''$ ; con lo cual quedarán satisfechas las condiciones pedidas.

## LECCION X.

**Determinacion de la resultante de las fuerzas paralelas cuando van en sentidos opuestos. Pares de fuerzas.**

72. Supongamos dos fuerzas paralelas (fig. 10) que van en un mismo sentido P y Q, cuya resultante será R; es evidente que este sistema producirá equilibrio, puesto que da lugar á una resultante que estando representada por la suma de las componentes nunca llegará á ser cero. Si nos propusiésemos contrabalancear este sistema con el objeto de que el cuerpo estuviese en equilibrio, tendríamos dos medios para conseguirlo, ó destruir cada una de las fuerzas del sistema por medio de otra igual y directamente opuesta, ó introducir una fuerza única igual y directamente opuesta á la resultante. Elijamos este segundo medio, é introduciendo la fuerza R' igual y directamente opuesta á R, tendremos que el sistema de las tres fuerzas P, Q, y R se halla evidentemente en equilibrio.

Sabemos que cuando un sistema de fuerzas está en equilibrio, cada una de ellas es igual y directamente opuesta á la resultante de las demas; así que la fuerza R' es igual y directamente opuesta a la resultante de P y Q, y efectivamente es la condicion con que ha sido introducida: la fuerza P será por consiguiente igual y directamente opuesta á la resultante de Q y R', así como la fuerza Q se hallará en el mismo caso respecto de las R' y P.

73. Sean las dos fuerzas dadas las P y R' paralelas y actuando en sentidos contrarios; su resultante por lo que va dicho será igual y directamente opuesta á Q, y vendrá representada por Q'; su magnitud, siendo igual con Q; y teniendo de antes  $R = P + Q$ , será  $Q' = R' - P$ , es decir que estará dada por la diferencia entre las componentes. Será paralela á las mismas, puesto que su direccion, si bien en sentido contrario, es la misma que Q, y se hallará actuando en el sentido de la mayor, que es evidentemente R', pues que tenemos  $R = P + Q$ .

74. Su punto B de aplicacion no se halla entre los de las componentes, sino fuera; pero no ofrece dificultad su determinacion, porque teniendo de antes  $P \times$

$$AC = Q \times BC, \text{ resultará ahora que } BC = \frac{P \times AC}{Q}.$$

75. En el caso de que las dos fuerzas dadas fuesen iguales, su resultante sería cero; pero el sistema, si bien no tendria movimiento de traslacion, le adquiriria de rotacion; circunstancia notable que ha hecho que se dé un nombre particular á la combinacion de fuerzas que la produce: así es que dos fuerzas iguales, paralelas y en sentidos contrarios constituyen lo que llamamos un *par de fuerzas*.

76. Como en el problema de la composicion de fuerzas paralelas puede ocurrir que vayan unas en un sentido y otras en el opuesto, en este caso se determinará la resultante de las que van en un sentido por el procedimiento explicado, é igualmente se verificará con las que van en el opuesto, y vendremos á parar á un sistema de dos fuerzas únicas, paralelas y en sentidos contrarios, cuya resultante sabemos ya determinar.

De lo expuesto en el problema general de la composicion de fuerzas se deduce, que todo sistema de éstas viene siempre á reducirse á una resultante única ó á un par de fuerzas.

## LECCION XI.

**Aplicacion de las fuerzas paralelas á la investigacion del centro de gravedad, y determinacion de este punto en los diferentes cuerpos.—Explicacion de las diferentes clases de equilibrio relativamente á esta cuestion.**

77. Hemos examinado la accion de la gravedad considerándola como una fuerza que actúa sin cesar sobre los cuerpos, tendiendo á dirigirlos al centro de la tierra. Esta fuerza no solo actúa sobre masas considerables, sino que se hace sensible y ejerce su accion sobre los átomos de la materia; y se concibe sin dificultad que debe ser así, por cuanto los cuerpos caen, no solo cuando forman un todo coherente, sino reducidos á polvo impalpable; y ademas las moléculas, que como sabemos no se hallan en contacto inmediato, caen todas del mismo modo, como lo prueba el que el cuerpo, por el solo acto de su descenso, no cambia nunca de forma, lo que quiere decir que las moléculas conservan sus posiciones anteriores.

78. Ejerciéndose esta fuerza sobre las mas pequeñas moléculas de los cuerpos, se advierte, considerando como va dicho, que la forma del cuerpo no sufre alteracion, que todas las acciones son iguales, paralelas, y en una misma direccion; de donde resulta que nos hallamos con un sistema de fuerzas paralelas, iguales y en un mismo sentido; su resultante, pues, será igual á su suma, tambien paralela y en la misma direccion; efectivamente, el cuerpo cae en la direccion vertical en que lo verificarían sus partículas separadas; y por lo que respecta á la suma, puesto que todas son iguales, la resultante será tanto mayor cuanto mas considerable sea el número de las componentes; esto es, cuanto mayor sea el número de moléculas; ó en otros términos, cuanto mayor sea la masa del cuerpo. El valor de esta resultante es lo que se llama *peso* del cuerpo; así que *pesar* es medir una fuerza, la cual no es otra que la resultante de las acciones que la gravedad comunica á todas las moléculas del cuerpo.

79. Siendo el peso del cuerpo el que mide la intensidad de la resultante de este sistema de fuerzas paralelas, esta resultante tendrá un punto de aplicacion, que será el centro de fuerzas paralelas, el cual en este caso recibe el nombre de *centro de gravedad*. La determinacion de este punto es del mayor interes para la estabili-

dad de los cuerpos, puesto que sabemos que para hacer que un sistema de fuerzas se destruya y el cuerpo esté en equilibrio, ó debemos introducir otro en que cada una de las fuerzas sea igual y directamente opuesta á cada una de las del sistema primitivo, ó introducir una fuerza única que equilibre á la resultante; de aquí se sigue que para impedir que la fuerza de la gravedad imprima movimiento á los cuerpos, ó lo que es lo mismo, para que no caigan, es indispensable ó sostener todas las partículas del cuerpo una por una, ó sostener el centro de gravedad, lo que es lo mismo que destruir la resultante.

80. Al ocuparnos en las fuerzas paralelas en general, decíamos que su centro permanecía siempre el mismo, aun cuando las fuerzas girasen de un modo cualquiera; y aplicándolo al caso presente, diremos que el centro de gravedad no cambia nunca, y permanece siempre el mismo, cualquiera que sea la posición del cuerpo, puesto que por una parte el centro de gravedad y el de fuerzas paralelas son aquí una misma cosa, y por otra, que es enteramente lo mismo para el caso, que la dirección de las fuerzas cambie y los puntos de aplicación permanezcan fijos; ó que, permaneciendo inalterables las direcciones de las fuerzas, sean los puntos de aplicación los que giren, que es lo que tiene lugar cuando los cuerpos cambian de posición de un modo cualquiera.

81. El centro de gravedad es un punto que se halla siempre dentro de la figura del cuerpo, y comúnmente en lo interior de su masa; así es como el centro de gravedad de una esfera se halla siempre en su centro, ya sea el cuerpo hueco ó sea macizo. En los casos en que los cuerpos son homogéneos, y que su forma es un cuerpo geométrico regular, la determinación de su centro de gravedad no ofrece dificultad alguna; así es que el centro de un paralelepípedo se halla en el concurso de sus diagonales, ó lo que es lo mismo, á la mitad de su altura; el de un cilindro á la mitad de su eje; y si consideramos las simples figuras geométricas y aun las líneas como poseyendo un centro de gravedad, veremos que el de todo polígono regular se halla en su centro, y el de toda línea en su mitad.

82. Hemos indicado la necesidad de considerar los cuerpos como homogéneos para la determinación del centro de gravedad, y con efecto, este punto se halla siempre en el centro en una esfera homogénea; pero no lo estará ya si un hemisferio fuese de un cuerpo diferente del que formase el otro, ó si un hemisferio fuese hueco y otro macizo etc. Tanto en estos casos como cuando los cuerpos no tienen un centro geométrico, se puede descubrir la colocación del centro de gravedad suspendiendo el cuerpo por un punto *v. gr.* A (*fig.* II) por medio de un hilo AP, y como para el equilibrio el centro de gravedad ha de estar sostenido, se hallará precisamente en la prolongación AS del hilo. Suspendiéndolo en seguida por otro punto cualquiera B, el centro de gravedad se encontrará en la prolongación BT, y por lo mismo se hallará en el punto de concurso G. Este punto se encuentra colocado en el triángulo á la tercera parte de la línea AS, contando desde S, y en la pirámide y como á una cuarta parte de una línea análoga.

83. Los cuerpos pueden estar en equilibrio en dos posiciones, cuando el centro de gravedad está lo mas bajo ó lo mas alto posible, en ambos casos se hallará sostenido; la vertical que pase por él se encontrará dentro de la base de sustentación, y el

cuerpo no caerá, permaneciendo por lo tanto en equilibrio, el cual será estable cuando el centro de gravedad se halle lo mas bajo posible, é inestable en el otro caso; así es como una pirámide apoyada sobre una de sus caras se halla en su maximum de estabilidad, porque el centro de gravedad se encuentra á la cuarta parte de la base, por lo que vuelve á recobrar su posición cuando se la obliga en algun tanto á alterarla; pero esta misma pirámide se hallará en equilibrio inestable, si se apoya por uno de los vértices, en cuyo caso el centro se halla á los tres cuartos de altura; y así es que separada, aunque sea muy poco de su posición, la abandona para no recobrarla jamás por sí misma.

Vemos por lo que precede que la estabilidad de los cuerpos será tanto mayor cuanto mas bajo se halle el centro de gravedad y mas amplia sea la base de sustentación; en lo que está fundada la práctica de colocar planchas de plomo en la parte inferior de los objetos que deseamos que no caigan, ó lo que es lo mismo, que se conserven en su posición, en atención á que el cuerpo caerá irremisiblemente en cuanto la vertical tirada por el centro de gravedad salga fuera de la base de sustentación.

## LECCION XII.

### Ideas generales sobre las máquinas, y clasificación de las mismas, segun el apoyo ó obstáculo sobre que insisten.

84. Las máquinas son instrumentos que sirven para poner en equilibrio y aun para producir el movimiento de los cuerpos por medio de fuerzas cualesquiera. En toda máquina hay que considerar el motor ó fuerza que se emplea, y que denominamos potencia, la fuerza que debe vencerse, á la cual se da el nombre de resistencia, y la máquina, que es el cuerpo intermedio, que transmite la acción de la una sobre la otra.

Las máquinas no son cuerpos libres, sino cuerpos sujetos á moverse sobre el obstáculo sobre que insisten; de donde viene la clasificación de las máquinas en tres clases: una que comprende aquellas cuyo obstáculo ó punto de apoyo es un punto; otra á la que pertenecen aquellas cuyo punto de apoyo ó obstáculo es una línea, y por último las que se apoyan en un plano ó superficie. A la primera clase pertenecen la palanca y la polea, á la segunda el torno, y á la tercera el plano inclinado, la rosca y la cuña. Esta clasificación que adoptamos no es seguramente la única que puede establecerse, puesto que el torno se refiere á la palanca, en cuyo caso resultan solo dos máquinas, palanca y plano inclinado; y si aun éste, como fácilmente puede hacerse, se refiere tambien á la palanca, no resulta mas que esta máquina única; así como, si para ordenarlas atendemos solo á su denominación, resultan siete, que son: palanca, polea, torno, plano inclinado, cuña, tornillo, y las cuerdas ó máquinas funiculares.

Las máquinas que dejamos indicadas son las que se denominan simples; resultando las compuestas de las diferentes combinaciones que con las primeras puedan verificarse.

85. Atendiendo á la idea que hemos dado en general de las máquinas, se nota que será posible mover una masa considerable con el intermedio de una máquina, empleando una fuerza incapaz de verificarlo actuando sola é inmediatamente; de donde resulta que las máquinas favorecen á la potencia; pero aunque esto es así, no debe creerse que las máquinas dan fuerza; esto es imposible de todo punto en razon á que no pueden dar lo que no tienen, y que sabemos que son cuerpos inertes que necesitan un esfuerzo exterior para ponerse en movimiento, y por consiguiente consumen una parte de la fuerza que se les aplica; á lo que hay que añadir la que tambien inutilmente consume el razonamiento, como mas adelante examinaremos. Todo consiste en que la disposicion de las fuerzas aplicadas á la máquina sea tal, que la resultante de ellas pase por el punto de apoyo y se destruya con él; de manera que si en este punto imaginamos una nueva fuerza, que en realidad existe, igual y directamente opuesta á la resultante, hallaremos que sumándola con la potencia, se emplea mas fuerza en el uso de las máquinas, que sin ellas; mas como en realidad el esfuerzo empleado es solo al que hemos dado el nombre de potencia, pues que el punto de apoyo está dispuesto de modo que nada hay que hacer por nuestra parte que para la resultante sea destruida, de aquí nace el decir que favorecen la potencia, pero sin aumentar absolutamente su fuerza.

86. Resulta de lo espuesto, que podemos admitir como máquina á todo aparato ó sistema que nos dé medios para cambiar por lo menos una de las tres cosas siguientes.

- 1.<sup>o</sup> La direccion del movimiento.
- 2.<sup>o</sup> La velocidad.
- 3.<sup>o</sup> La especie del movimiento.

El torno, por ejemplo, es uno de los aparatos, que cambian las tres circunstancias espresadas.

87. Partiendo, pues, de estas nociones generales que bastan para prevenir las ideas particulares que deben darse acerca de cada máquina, entraremos á las esplicaciones que demandan las máquinas hasta ahora conocidas, segun el órden con que acabamos de mencionarielas en la leccion presente.

### LECCION XIII.

#### Leyes del equilibrio en la palanca.—Explicacion de la balanza comun y de la romana.—Sistemas de palancas.

88. La palanca es una barra inflexible, recta, curva ó angular, sujeta á girar sobre un punto llamado de apoyo; la potencia y la resistencia se aplican en general á las extremidades, y las distancias desde el punto de apoyo á la potencia y á la resistencia es lo que se denomina brazos de palanca. En esta máquina, así como en las demas que hemos de considerar, nada en rigor tenemos que establecer de nuevo, bastándonos para su inteligencia la aplicacion de los principios ya establecidos.

Consideremos la palanca PR (fig. 12), en la que P nos representa la potencia, R la resistencia y C el punto de apoyo. Sabemos que si la potencia actúa de alto á bajo y se coloca en P', la resistencia se elevará y se situará en R' donde vemos que cambia la direccion del movimiento, y por lo tanto que es una verdadera máquina. La resultante de P y R pasará por el punto C, el cual no solo sufrirá el esfuerzo de esta accion, sino que habrá de sostener la palanca, cuyo peso puede ser en algunas ocasiones considerable. La relacion entre las fuerzas y los brazos de palanca es la que ya conocemos de la fig. 7, esto es,  $P : R :: CR : CP$ , ó bien,  $P \times CP = R \times CR$ , ó traduciéndolo al lenguaje vulgar, diremos que la potencia y la resistencia están en razon inversa de los brazos de palanca.

89. Al colocarse la palanca en la posición P'R', el camino andado por la potencia es el arco PP', y el andado por la resistencia el RR'; y como estos arcos tienen la relacion de los brazos de palanca, tenemos que la potencia multiplicada por el espacio ó camino que anda es igual á la resistencia multiplicada por el camino ó espacio correspondiente; ley general de todas las máquinas, tanto simples como compuestas.

90. Si los brazos de palanca fuesen iguales, lo serian tambien la potencia y la resistencia; porque en la proporcion anterior si  $CR = PC$ , resulta  $P = R$ . La potencia estará tanto mas favorecida cuanto actúe sobre un brazo de palanca mas considerable, pues que de ser  $PC > CR$ , resulta  $R > P$ ; mas como R y P están por sí en equilibrio, una potencia menor iguala á una resistencia mayor, por sí la circunstancia de obrar sobre un brazo de palanca mas considerable.

91. Las palancas se dividen en tres géneros, de los que el primero es el representado en la fig. 12, en que el punto de apoyo se halla entre la potencia y la resistencia, la de segundo es aquella (fig. 13) en que la resistencia está entre el punto de apoyo y la potencia; y la de tercero (fig. 14) tiene situada la potencia entre el punto de apoyo y la resistencia. En todas ellas la relacion entre la potencia y la resistencia es la misma que dejamos establecida. En la de primer género hemos visto que puede favorecerse ó perjudicarse la potencia, segun que actúe sobre un brazo de palanca mas largo ó mas corto que la resistencia; en la de segundo género siempre se halla favorecida la potencia, pues su brazo de palanca PC es la totalidad de la misma, y por tanto siempre mayor que RC; y en la de tercero encontramos que la potencia estará siempre perjudicada, pues que su brazo de palanca PC será siempre menor que el de la resistencia RP que es la totalidad de la palanca; por esta razon las palancas de este género se emplean generalmente solo cuando las resistencias son débiles y hay economia en el empleo de fuerzas que quedarian sin ocupacion en otro caso; sin embargo, tambien pueden emplearse con la mira de evitar volúmenes inútiles ó considerables en la estructura de alguna máquina, como ejemplo de lo cual pudieran citarse nuestros brazos, que son palancas de este género.

92. La balanza comun no es mas que una palanca de primer género, cuyos brazos son iguales, y que por lo mismo dá la igualdad entre la potencia y la resistencia, esto es, entre el cuerpo que se quiere pesar y los pesos conocidos que se destinan á conseguir el equilibrio. Para que la balanza esté bien construida se necesita que los dos brazos sean iguales en longitud y en peso, y que tenga mucha libertad en sus movimientos. Con la mira de que la masa del aparato no sea muy

considerable, y al mismo tiempo que los brazos tengan la suficiente resistencia para presentar siempre una palanca de longitud invariable, se hace que la forma de la barra sea semejante á la de una hoja de espada colocada de filo ó canto, y al eje se le da la figura de una hoja de cuchillo apoyada por su filo, con lo cual se consigue que, apoyándose por el menor número de puntos posible, la adherencia que se establece sea muy corta, y por consiguiente tenga el aparato una gran movilidad; además, y con el objeto de que no se desgaste con tanta facilidad la arista ó corte, se construye de acero bien templado y se la hace apoyar sobre planos de ágata, sustancia suficientemente resistente para que no se produzca impresión por el rozamiento del eje; y aun para conseguir mejor este objeto llevan las balanzas unas horquillas que sostienen la barra de modo que el eje quede suspendido sin apoyarse en los planos cuando no se hace uso del aparato. En las extremidades de los brazos lleva una disposición particular para la suspensión de los platillos, que consiste en dos ejes en forma de cuchillo, que se cruzan apoyándose uno en otro, con lo que se consigue que desciendan siempre verticalmente, y que el rozamiento sea muy pequeño: los platillos pueden tener formas cualesquiera, y peso también cualquiera, siempre que sea igual en ambos, y para su suspensión son preferibles las varillas á los cordones ó cadenas, en razón á que el peso de estos cuerpos puede sufrir alteración por la introducción de sustancias extrañas en sus intersticios.

93. En la parte de barra que corresponde al eje lleva una aguja perpendicular á éste, la cual recibe el nombre de fiel, y tiene por objeto asegurarse de la horizontalidad de la palanca. Este fiel se coloca por la parte superior cuando la balanza va suspendida de unas láminas metálicas que se denominan armas de la balanza, y entre las cuales se oculta en el caso de equilibrio, y va colocado por la parte inferior cuando el aparato se apoya en un pie cualquiera: en una y otra colocación se acostumbra poner un arco dividido, cuyo cero señala el fiel en la posición vertical, y cuyas divisiones de una y otra parte no tienen por objeto la medida de la inclinación del aparato, sino que sirven para ganar tiempo cuando los pesos se ejecutan: en efecto, para que el peso no sea indicado por la completa inmovilidad de la palanca, necesitamos esperar mucho tiempo, toda vez que en virtud de su gran movilidad las oscilaciones se aniquilan con una gran lentitud; pero podemos dispensarnos de aguardar á que cesen completamente observando el arco que el fiel describe de cada lado, y el equilibrio estará establecido, ó lo que es lo mismo, el peso estará determinado cuando estos sean iguales.

94. La colocación del centro de gravedad en la balanza debe ser en la vertical que pasa por el eje, pero mas bajo que el punto de suspensión. Si coincidiere con el apoyo (*fig. 15*) en C, la vertical que por él pasa se hallaría siempre apoyada, ó el centro de gravedad sostenido, ya tuviese la posición horizontal AB, ya la situación inclinada A'B'; es decir, que la balanza permanecería en equilibrio en todas las posiciones, y nada por consiguiente nos indicaría la igualdad de pesos. Si el centro de gravedad estuviese mas alto, v. gr. en G [*fig. 16*], estaría sostenido en el caso de la horizontalidad AB; pero al inclinarse la balanza y colocarse en A'B', el centro de gravedad pasaría á G' y la vertical tirada por este punto

saldría fuera de la base C de sustentación, el equilibrio sería inestable, y el aparato descendería indefinidamente del lado B; sería necesario cargar pesos en el otro lado para sacarle de esta posición, lo cual conseguido caería indefinidamente también de este lado, y por tanto con una balanza semejante sería imposible pesar los cuerpos. El centro de gravedad por consiguiente debe hallarse más bajo, tal como en G [*fig. 17*], en cuyo caso el equilibrio subsistirá en la posición horizontal, por hallarse el centro sostenido, y en el caso de inclinarse la balanza y tomar la posición A'B', el equilibrio sería estable, pues la vertical que pasa por G sale fuera de la base de sustentación, pero esto lo verifica del lado del brazo que se eleva, tendiendo por consiguiente á hacerle descender y fijarle en su posición de equilibrio, en la cual queda al cabo de un número mas ó menos considerable de oscilaciones.

95. La palanca es de un uso indispensable y frecuente en las investigaciones de física y de química, por cuya razón nada hay en su estructura y disposición que no merezca un exámen detenido. Como la circunstancia de ser los brazos de balanza iguales en longitud y en peso no es fácil que se halle matemáticamente satisfecha, debemos á Borda un método de tener el peso de los cuerpos, aun faltando estas condiciones. Consiste en poner en un platillo el cuerpo cuyo peso se busca y hacerle equilibrio colocando en el otro cuerpos cualesquiera, conseguido esto, se quita el cuerpo y se le reemplaza por pesos conocidos que, haciendo equilibrio al otro platillo, representarán el peso exacto que deseamos, independientemente de la longitud y peso del brazo de balanza, puesto que en uno mismo se han colocado sucesivamente el cuerpo propuesto y los pesos que le representan. Como este procedimiento exige dos operaciones, ha recibido el nombre de *método de las dobles pesadas*.

96. La *romana* es una palanca de primer género de brazos desiguales; la potencia consiste en un cilindro ó pilon que puede correr á lo largo del brazo mayor y que produce el equilibrio cuando los momentos son iguales. Nada hay mas sencillo, puesto que de cada lado del punto de apoyo tenemos un factor constante y otro variable; de la parte de la potencia ésta es constante y el brazo de palanca variable; y de la otra parte el brazo de palanca es constante y la resistencia ó cuerpo que se ha de pesar variable en cada caso. Para averiguar el peso sería necesario tener el brazo mayor dividido en partes iguales, multiplicar su longitud por el peso de la potencia y dividir por la longitud del otro brazo; mas como esta operación, aunque sencilla en sí misma, sea algo difícil de practicar para las personas que han de usar por lo general este aparato, se ha adoptado el medio de señalar sobre el brazo mayor el valor del cuarto término ó del peso correspondiente á la situación del pilon en cada caso; así y en este sentido se dice que una extensión longitudinal, como es la del brazo de la palanca, se halla dividida en arrobas, libras, onzas etc.

97. Se emplean sistemas de palancas cuando se quiere vencer una resistencia muy considerable, las cuales, multiplicando los puntos de apoyo, hacen mas fácil su manejo que lo que sería con una sola palanca de una longitud extraordinaria.

Determinando en cada una la condición de equilibrio correspondiente, y observando que la resistencia de la primera es la potencia para la segunda, y así continuando, todo está reducido á formar una razón compuesta que nos dirá la relación entre la potencia y la resistencia en este aparato.

#### LECCION XIV.

##### Leyes del equilibrio en la polea. Diversas disposiciones de las mismas. Medios de calcular la relación entre la potencia.

98. La polea ó garrucha es un cilindro de poca altura, sujeto á girar sobre su eje, el cual se apoya en unas chapas ó armas semejantes á las de la balanza. En su superficie convexa lateral lleva una hendidura ó canal donde se aplica la cuerda y que se denomina garganta, carril ó cajera. La polea es un aparato que necesita el concurso de la cuerda para que pueda ser de utilidad: razón por la que algunos no han querido admitirla en el número de las máquinas simples.

99. La polea puede colocarse fija, es decir, sujetas las armas de modo que solo tenga movimiento de rotación; y puede disponerse móvil, de manera que tenga movimiento de rotación y de traslación.

En el primer caso (fig. 18) la potencia se halla en P, la resistencia en R y el punto de apoyo en C. Si imaginamos que la potencia y la resistencia sean trasladadas á P' y R', que es donde realmente ejercen su acción, y consideramos que la parte de polea inferior pudiera suprimirse en el caso de equilibrio, pues solo tiene por objeto facilitar el movimiento, y que el arco superior P' R' en igual caso solo se emplea en sostener el cordón, vemos que quedan únicamente los radios P' C y R' C, es decir, una palanca angular de brazos iguales; por consiguiente tendremos que la potencia será igual á la resistencia.

Si la dirección de los cordones fuese paralela (fig. 19), la palanca sería recta y la relación la misma, pues la igualdad de los radios subsistiría siempre. La polea, lo mismo que la palanca, á la cual se refiere, nos da medios de variar la dirección del movimiento; única ventaja que de la polea fija sacamos, pues nunca favorece á la potencia.

100. En la polea móvil (fig. 20) la potencia se halla en P, la resistencia en R, cargando inmediatamente sobre aparato, y el punto de apoyo en C. Si consideramos trasladadas las fuerzas P C y R á los puntos P', C' y R' tendremos, uniendo la potencia con el punto de apoyo, y del mismo modo la resistencia, una palanca angular de primer género que nos dará  $P : R :: C'R' : C'P'$ , esto es, que la potencia es á la resistencia como el radio de la polea á la cuerda del arco que abraza el cordón. En esta polea puede la potencia estar mas ó menos favorecida, segun sea la abertura de los cordones, y por consiguiente segun sea el arco cuya cuerda es el brazo de palanca; así, cuando el arco sea la sexta parte de la circunferencia, la cuerda C'P' será igual al radio, y por consiguiente la potencia y la resistencia iguales; y cuando la cuerda sea un diámetro (fig. 21) que se verificará cuando los cordones sean paralelos, pue-

de considerarse como palanca de segundo género. En este caso la relación es  $P=R :: 1=2$ : es decir, que habrá equilibrio con una potencia igual á la mitad de la resistencia.

101. Para saber enal es la intensidad relativa de la potencia en un sistema de poleas móviles y separadas, como el que se representa en la fig. 22, debe considerarse que cada una transmite á la que le precede el peso reducido á su mitad, y por lo mismo, llamando P á la potencia, R á la resistencia y N al número de poleas móviles, tendremos para una sola P:  $R :: 2 : 1$ , es decir, que siendo iguales la potencia y resistencia en el caso de que obren de una manera comun, cuando se las aplica á la polea, ésta duplica la potencia; pero como habiendo muchas móviles y separadas, tal duplicación se verifica en cada una de ellas, inferiremos que la proporción anterior, aplicable á la primera polea, en la segunda se transformará en esta  $P : R :: 4 : 1 = P : R :: 2^2 : 1$ ; en la tercera será  $P : R :: 8 : 1 = P : R :: 2^3 : 1$  etc. En general, para un número N de poleas, obtendremos esta fórmula  $P : R :: 2^N : 1$ , y por consecuencia,  $P = R \times 2^N$ .

102. Puede en la polea fija suceder que  $P=R$ , lo que tendrá lugar cuando la cuerda del arco ó brazo de palanca de la potencia sea lado del exágono. Si la abertura de los cordones aumentase el arco disminuiría y la potencia quedaria perjudicada; sucediendo lo mismo si se cerrasen por la parte superior abrazando un arco mayor que la semi-circunferencia.

#### LECCION XV.

##### Condiciones para el equilibrio en el torno.—Necesidad indispensable de la rueda espesa ó suplida.—Ruedas dentadas, medios de disponerlas, y aplicaciones notables á que da lugar.—Cric ó gato.

103. El torno es un cilindro que gira al rededor de su eje, y que lleva una rueda espesa ó suplida, que gira con él y cuyo centro se halla en el mismo eje. Demos (fig. 23) una sección al cilindro y rueda, y traslademos la potencia P y la resistencia R á los puntos P' R' y unámoslos con el apoyo C. Esto originará una palanca de primer género que dará  $P : R :: CR' : CP'$ ; es decir, potencia es á resistencia como el radio del cilindro es al de la rueda. Si la potencia actuase siguiendo otra dirección P'' se trasladaría á P''' y la relación sería la misma.

104. Siendo lo mas ventajoso para la potencia el que aumente el radio de la rueda, y si es posible disminuya el del cilindro, esto hace que se empleen en vez de ruedas manubrios ó palancas, que van colocándose sucesivamente en la dirección de los radios. Existe ademas el llamado torno chino, con el cual puede aumentarse considerablemente el efecto de la potencia; consta de dos cilindros con un mismo eje, pero de diferente radio, y despues la cuerda de modo que se desarrolle en el cilindro menor y se arroje en el mayor; el efecto es el mismo que con un cilindro cuyo radio fuese igual á la diferencia de ambos.

105. El torno recibe el nombre de cabrestante cuando su eje es vertical; y tanto en éste como en los otros casos su efecto, en cuanto á favorecer á la potencia, se aumenta por medio de sistemas de poleas convenientemente dispuestas.

Se supone en el torno aplicada la resistencia al eje de la cuerda, lo cual hace que sea necesario aumentar el radio del cilindro con el valor del radio de la cuerda. Por esta razón se construye el cilindro de altura bastante para que la cuerda no tenga que arrollarse sobre sí misma, pues si esto sucediese se hallaría el radio del cilindro aumentado en la segunda vuelta con el diámetro de la cuerda arrollada, mas el radio de la que se envuelve ahora; y en la vuelta siguiente con dos veces el diámetro de la cuerda igual número de veces arrollada, mas el radio de la vuelta que consideramos, y así continuando, lo cual llevaría consigo la necesidad del aumento de la potencia.

106. Las ruedas dentadas son verdaderos tornos que deben actuar unos sobre otros, y llevan para conseguirlo unas salidas ó dientes, que pueden situarse en el plano de la circunferencia de la rueda, ó bien, según la necesidad, perpendiculares ó inclinadas sobre el mismo. El cilindro lleva también unas estrías ó canales profundas para engranar en las ruedas, y entonces recibe el nombre de piñón. En este aparato, siendo un verdadero torno, la potencia es á la resistencia como el radio del piñón es al de la rueda; y de aquí resulta que en un sistema de ruedas dentadas la potencia es á la resistencia como el producto de los radios de los piñones es al producto de los radios de las ruedas.

Las ruedas dentadas son de un uso muy frecuente en la maquinaria, lo cual observamos en los relojes, que no son otra cosa que ruedas dentadas, dispuesto en ellas el diámetro y el número de dientes respectivos, de modo que pueda una de ellas describir una circunferencia cuando otra recorra solo una dozava parte de la misma.

107. El *cric* ó *gato* se compone de una barra metálica, dentada por uno de sus lados, colocada dentro de una caja, en la que se mueve en el sentido de su longitud; los dientes de la barra engranan en los de un piñón, que gira por medio de un manubrio, al que se aplica la potencia. La resistencia que un diente de la barra opone al diente correspondiente del piñón puede ser considerada como un peso aplicado á un cilindro del mismo radio que el piñón, y el radio del manubrio como una barra fijada en el mismo; de modo que tenemos un torno cuyo cilindro es estriado y que engrana con los dientes de la barra; así que la potencia es á la resistencia como el radio del piñón es al radio de la circunferencia que el manubrio describe.

Muchas veces se ponen dos tornos, es decir, los dientes del piñón engranan en los de una rueda, cuyo piñón lo verifica en los de la barra. Entonces la potencia es al esfuerzo que se ejerce sobre un diente de la rueda, como el radio del piñón es al de la circunferencia descrita por el manubrio; y el esfuerzo mencionado es al peso que la barra sostiene, como el radio del piñón de la rueda es al radio de la misma. Multiplicando estas dos proporciones, se tiene que la potencia es á la resistencia, como el producto de los radios de los piñones es al producto de los de la rueda y del manubrio.

## LECCION XVI.

## Condiciones para el equilibrio de los cuerpos en planos inclinados.—Idem de la cuña.

108. Damos el nombre de *plano inclinado* á todo el que forma con el horizonte un ángulo que no llegue á 90°. En el plano inclinado (*fig. 24*) AB es la base, BC la altura, y AC la longitud. Si colocamos un cuerpo sobre el plano inclinado, la acción de la gravedad, siendo oblicua al mismo, no podrá mantenerle en el equilibrio; pero no pudiendo tampoco el cuerpo seguir la dirección vertical correspondiente DE, ésta se descompondrá en dos, una DH perpendicular al plano y que se destruirá por la resistencia del mismo, y otra DF paralela, que producirá todo su efecto para dirigir al cuerpo á lo largo de AC.

Esta descomposición se verificará real y efectivamente, por cuanto vemos que el plano sufre una presión, lo que hace que no sea indiferente la resistencia que le demos, y prueba la existencia de una fuerza perpendicular que tiende á romperle ó doblarle; y por lo que respecta á la paralela, no podemos dudar de su existencia toda vez que nos señala la dirección en que el cuerpo se mueve, y no puede concebirse el movimiento en una dirección en que no actúe fuerza alguna.

109. Si la altura del plano aumentase, ó hablando con propiedad, el ángulo BAC, la componente DH iría disminuyendo, y la DF acercándose á la resultante DE; llegado el ángulo á 90°, la componente DH desaparece y la DE se confunde con de DF; efectivamente en este caso la acción de la gravedad no sufre descomposición alguna, el cuerpo no se apoya en el plano, y éste por tanto no sufre presión ninguna; y por el contrario, si el ángulo disminuye, el valor de DH aumenta, y el de DF disminuye hasta que, siendo el ángulo de 0°, la DH se confunde con DE y la DF desaparece; y así debe ser, en razón á que siendo el plano horizontal, la acción de la gravedad se destruye por entero, y no queda acción paralela que pueda producir movimiento alguno.

110. Para determinar la relación de la potencia con la resistencia en esta máquina recordaremos el principio general expuesto anteriormente, que nos dice que la potencia multiplicada por el espacio ó camino que anda, es igual á la resistencia multiplicada por el espacio ó camino correspondiente. En esta máquina el camino que realmente anda, la potencia es la longitud AC, y el que corresponde á la resistencia es BC, ó altura del plano, que es lo que se eleva, y en virtud del principio, anterior, tendremos  $P \times AC = R \times BC$ , de donde  $P : R :: BC : AC$ ; esto es, la potencia es á la resistencia, como la altura del plano es á su longitud.

111. Podemos considerar el caso en que la potencia sea paralela á la base (*fig. 25*), cuyo caso realmente está comprendido en el anterior, pues que una dirección paralela á la base es oblicua respecto de la longitud, y por lo mismo sufrirá una descomposición; pero es útil tener en cuenta este caso que recibe aplicación inmediata, considerando el plano inclinado del modo que luego veremos. En este caso la resistencia anda como antes la altura BC del plano; y la potencia P

anda la base AB, de donde resulta  $P \times AB = R \times BC$ ;  $P : R :: BC : AB$ , que nos dice que la potencia es á la resistencia, como la altura es á la base.

112. La cuña es un plano inclinado que se introduce para alzar los cuerpos, ó para separar sus partes (fig. 26). La diferencia entre el plano inclinado propiamente dicho y la cuña está reducida á que en el plano éste se halla fijo, y el cuerpo marcha á lo largo del mismo; y en la cuña el cuerpo solo tiene movimiento ascensional, y la máquina se desliza por la parte inferior del cuerpo que se quiere elevar. En la cuña se verifican diferentes circunstancias que penden de la naturaleza de los cuerpos á que se aplica, y que hace variar notablemente las condiciones del equilibrio ó del movimiento; hay cuerpos en los que el filo ó corte C de la cuña no ejerce acción, pasados los primeros momentos, porque el cuerpo se abre delante del corte, como se ve en la figura, al paso que en otros el filo va produciendo siempre efecto útil, y sufriendo el aparato un gran rozamiento y presión en toda la extensión de sus caras. La potencia P se aplica siempre sobre la cabeza AB de la cuña, y la acción se trasmite en las direcciones Q y S sobre las partes laterales.

Tal vez no hay un aparato de uso mas común, pues que los clavos, los alfileres, los cuchillos, y en general todo instrumento punzante ó cortante, no son otra cosa que cuñas que se introducen para verificar la separación de las moléculas de los cuerpos segun la necesidad.

## LECCION XVII.

### Generación del tornillo y leyes para el equilibrio en el mismo.—Explicación del tornillo sin fin.—De las cuerdas ó máquinas funiculares.

113. El tornillo es un cilindro recto, rodeado de un filete uniforme y saliente, que hace en todas sus posiciones un mismo ángulo con la generatriz.

Se llama *paso del tornillo ó de la rosca* el intervalo AB (fig. 27) comprendido entre dos filetes consecutivos medido paralelamente al eje del cilindro. Si sobre AB se construye un triángulo rectángulo en B, cuya base BM sea igual á la circunferencia del cilindro, y hacemos que el triángulo se arrolle al mismo, el punto M vendrá á confundirse con B; la hipotenusa AEB conservará constantemente la misma inclinación sobre AB y sus paralelas, y marcará la posición del filete sobre el cilindro, cuyo filete en las vueltas sucesivas debe ser hipotenusa de triángulos, como BFI, perfectamente iguales al primero, para que la inclinación sobre la generatriz sea la misma, y los filetes sean por consiguiente paralelos; de donde se sigue que todos pasos de rosca son iguales.

Un punto pesado en equilibrio sobre el filete del tornillo se encuentra sobre un plano inclinado, cuya altura es el paso de la rosca, y la base la rectificación de la circunferencia del cilindro. Se puede concebir el filete del tornillo como compuesto de tantas líneas paralelas entre sí, como puntos tenga la sección del mismo.

suponiendo que cada una de éstas rodea un cilindro de un radio igual á la distancia que existe entre ella y el eje del tornillo.

114. La tuerca es un sólido horadado cilíndricamente y rodeado en lo interior por un filete igual al que exteriormente lleva el tornillo á que se aplica. Podemos representarnos la parte interior de la tuerca como el molde de la parte de tornillo que abraza. La potencia actúa en la extremidad de una palanca, colocada en la tuerca ó en el cilindro perpendicularmente al eje.

115. Si imaginamos el tornillo fijo y vertical (fig. 28), la tuerca, abandonada á la acción de la gravedad, debe recorrer todos los filetes inferiores; á lo que solo puede oponerse una potencia horizontal F aplicada á la tuerca misma. Supongamos que el peso P de la tuerca se descomponga en tantos mas pequeños representados por p como puntos de los filetes de ésta se apoyen en los correspondientes del tornillo, y al mismo tiempo imaginemos que la potencia F se descomponga en tantas otras horizontales como puntos hemos considerado. Sea f la fuerza elemental que ha de hacer equilibrio al pequeño peso p colocado en A. Tirese por el eje la horizontal IAD, pasando por el punto A, y supongamos que la fuerza f actúa perpendicularmente á ID, y ademas, que el peso p esté detenido por una fuerza paralela á F; llamemos H el paso de la rosca como altura del plano inclinado que consideramos; hagamos IA=r, como radio del cilindro, é ID=R, como radio de la circunferencia que ha de describir la potencia. Puesto que la fuerza s sostiene al peso p por medio de un plano inclinado, en el que s, siendo horizontal, es paralela á la base tendremos  $s : p :: H : 2 \pi r$ .

Considerando á IAD como una palanca, cuyo punto de apoyo es I, y observando que la fuerza f ha de producir el mismo efecto que s, tendremos  $f : s :: r : R$ .

Multiplicando ambas proporciones  $f : p :: H : 2 \pi R$  vemos que esta relacion es independiente de r, y por tanto será la misma entre la totalidad de las fuerzas f ó F y la de los pesos p ó P; luego  $F : P :: H : 2 \pi R$ ; lo que nos dice, que la potencia es á la resistencia, como el paso de la rosca es á la circunferencia descrita por la potencia.

De aquí se deduce que podemos favorecer á la potencia aumentando el brazo de palanca, ó disminuyendo el paso de la rosca.

116. Si tenemos un torno cuya rueda sea dentada, y que engrane en el paso de rosca ó tornillo, al cual se aplica la potencia por medio de un manubrio, tendremos lo que se llama *tornillo sin fin*.

Para determinar la relacion entre la potencia y la resistencia en el tornillo es lo que constituye la potencia en el torno. En la primera máquina la potencia es á la resistencia que se opone uno de los dientes de la rueda, como el paso de la rosca es á la circunferencia descrita por la potencia; y en la segunda la resistencia del diente de la rueda, que aquí es la potencia, es al peso ó resistencia aplicada al cilindro, como el radio de este cilindro es al radio de la rueda. Multiplicando ordenadamente, tendremos que en esta máquina la potencia es á la resistencia, como el paso de la rosca multiplicado por el radio del cilindro es al radio de la rueda multiplicado por la circunferencia que describe la potencia.

117. Las cuerdas ó máquinas funiculares tienen muy poco uso consideradas en sí mismas; pero le tienen muy frecuente acompañando, como hemos visto, al torno

anda la base AB, de donde resulta  $P \times AB = R \times BC$ ;  $P : R :: BC : AB$ , que nos dice que la potencia es á la resistencia, como la altura es á la base.

112. La cuña es un plano inclinado que se introduce para alzar los cuerpos, ó para separar sus partes (fig. 26). La diferencia entre el plano inclinado propiamente dicho y la cuña está reducida á que en el plano éste se halla fijo, y el cuerpo marcha á lo largo del mismo; y en la cuña el cuerpo solo tiene movimiento ascensional, y la máquina se desliza por la parte inferior del cuerpo que se quiere elevar. En la cuña se verifican diferentes circunstancias que penden de la naturaleza de los cuerpos á que se aplica, y que hace variar notablemente las condiciones del equilibrio ó del movimiento; hay cuerpos en los que el filo ó corte C de la cuña no ejerce acción, pasados los primeros momentos, porque el cuerpo se abre delante del corte, como se ve en la figura, al paso que en otros el filo va produciendo siempre efecto útil, y sufriendo el aparato un gran rozamiento y presión en toda la extensión de sus caras. La potencia P se aplica siempre sobre la cabeza AB de la cuña, y la acción se trasmite en las direcciones Q y S sobre las partes laterales.

Tal vez no hay un aparato de uso mas común, pues que los clavos, los alfileres, los cuchillos, y en general todo instrumento punzante ó cortante, no son otra cosa que cuñas que se introducen para verificar la separación de las moléculas de los cuerpos segun la necesidad.

## LECCION XVII.

### Generación del tornillo y leyes para el equilibrio en el mismo.—Explicación del tornillo sin fin.—De las cuerdas ó máquinas funiculares.

113. El tornillo es un cilindro recto, rodeado de un filete uniforme y saliente, que hace en todas sus posiciones un mismo ángulo con la generatriz.

Se llama paso del tornillo ó de la rosca el intervalo AB (fig. 27) comprendido entre dos filetes consecutivos medido paralelamente al eje del cilindro. Si sobre AB se construye un triángulo rectángulo en B, cuya base BM sea igual á la circunferencia del cilindro, y hacemos que el triángulo se arrolle al mismo, el punto M vendrá á confundirse con B; la hipotenusa AEB conservará constantemente la misma inclinación sobre AB y sus paralelas, y marcará la posición del filete sobre el cilindro, cuyo filete en las vueltas sucesivas debe ser hipotenusa de triángulos, como BFI, perfectamente iguales al primero, para que la inclinación sobre la generatriz sea la misma, y los filetes sean por consiguiente paralelos; de donde se sigue que todos pasos de rosca son iguales.

Un punto pesado en equilibrio sobre el filete del tornillo se encuentra sobre un plano inclinado, cuya altura es el paso de la rosca, y la base la rectificación de la circunferencia del cilindro. Se puede concebir el filete del tornillo como compuesto de tantas líneas paralelas entre sí, como puntos tenga la sección del mismo.

suponiendo que cada una de éstas rodea un cilindro de un radio igual á la distancia que existe entre ella y el eje del tornillo.

114. La tuerca es un sólido horadado cilíndricamente y rodeado en lo interior por un filete igual al que exteriormente lleva el tornillo á que se aplica. Podemos representarnos la parte interior de la tuerca como el molde de la parte de tornillo que abraza. La potencia actúa en la extremidad de una palanca, colocada en la tuerca ó en el cilindro perpendicularmente al eje.

115. Si imaginamos el tornillo fijo y vertical (fig. 28), la tuerca, abandonada á la acción de la gravedad, debe recorrer todos los filetes inferiores; á lo que solo puede oponerse una potencia horizontal F aplicada á la tuerca misma. Supongamos que el peso P de la tuerca se descomponga en tantos mas pequeños representados por p como puntos de los filetes de ésta se apoyen en los correspondientes del tornillo, y al mismo tiempo imaginemos que la potencia F se descomponga en tantas otras horizontales como puntos hemos considerado. Sea f la fuerza elemental que ha de hacer equilibrio al pequeño peso p colocado en A. Tirese por el eje la horizontal IAD, pasando por el punto A, y supongamos que la fuerza f actúa perpendicularmente á ID, y ademas, que el peso p esté detenido por una fuerza paralela á F; llamemos H el paso de la rosca como altura del plano inclinado que consideramos; hagamos IA=r, como radio del cilindro, é ID=R, como radio de la circunferencia que ha de describir la potencia. Puesto que la fuerza s sostiene al peso p por medio de un plano inclinado, en el que s, siendo horizontal, es paralela á la base tendremos  $s : p :: H : 2 \pi r$ .

Considerando á IAD como una palanca, cuyo punto de apoyo es I, y observando que la fuerza f ha de producir el mismo efecto que s, tendremos  $f : s :: r : R$ .

Multiplicando ambas proporciones  $f : p :: H : 2 \pi R$  vemos que esta relacion es independiente de r, y por tanto será la misma entre la totalidad de las fuerzas f ó F y la de los pesos p ó P; luego  $F : P :: H : 2 \pi R$ ; lo que nos dice, que la potencia es á la resistencia, como el paso de la rosca es á la circunferencia descripta por la potencia.

De aquí se deduce que podemos favorecer á la potencia aumentando el brazo de palanca, ó disminuyendo el paso de la rosca.

116. Si tenemos un torno cuya rueda sea dentada, y que engrane en el paso de rosca ó tornillo, al cual se aplica la potencia por medio de un manubrio, tendremos lo que se llama tornillo sin fin.

Para determinar la relacion entre la potencia y la resistencia en el tornillo es lo que constituye la potencia en el torno. En la primera máquina la potencia es á la resistencia que se opone uno de los dientes de la rueda, como el paso de la rosca es á la circunferencia descripta por la potencia; y en la segunda la resistencia del diente de la rueda, que aquí es la potencia, es al peso ó resistencia aplicada al cilindro, como el radio de este cilindro es al radio de la rueda. Multiplicando ordenadamente, tendremos que en esta máquina la potencia es á la resistencia, como el paso de la rosca multiplicado por el radio del cilindro es al radio de la rueda multiplicado por la circunferencia que describe la potencia.

117. Las cuerdas ó máquinas funiculares tienen muy poco uso consideradas en sí mismas; pero le tienen muy frecuente acompañando, como hemos visto, al torno

y á la polea. Una cuerda no puede estar perfectamente tensa mas que en la posicion vertical; pues en toda otra situacion la accion de la gravedad sobre cada uno de sus puntos, acompañada de la flexibilidad de la cuerda, da lugar á una curva, lo cual produce una descomposicion de fuerzas, que es causa de que no se trasmitta toda entera la accion de la potencia cuando la cuerda no es vertical. Hemos considerado las cuerdas como líneas matemáticas, ó como si la accion de las fuerzas se ejerciese solo en el eje; pero bien se conoce que en la práctica no es absolutamente cierto el que así se verifique, y ya tratando del torno hemos tenido ocasion de notar la influencia del grueso ó diámetro de la cuerda en la relacion de las fuerzas que allí consideráramos.

### LECCION XVIII.

#### Exposicion de la influencia del rozamiento, y principios generales acerca de la cantidad de movimiento.

118. Hemos considerado la relacion entre la potencia y la resistencia en las máquinas en el caso de equilibrio; y prescindiendo de todas las circunstancias que mas ó menos concurren á alterar esta misma relacion. Bien se echa de ver desde luego que la fuerza que aplicada á una máquina es suficiente para el equilibrio, no lo será para el movimiento, si no recibe un aumento que pueda vencer la inercia de todo el sistema, la rigidez de las cuerdas y el frotamiento.

La rigidez de las cuerdas produce una resistencia considerable, y es una de las causas de que no puedan emplearse poleas ó cilindros de pequeño diámetro, puesto que, debiendo ajustarse las cuerdas perfectamente á las superficies de estos cuerpos, es muy difícil de conseguir sin un grande esfuerzo y detrimento de la cuerda misma. El uso disminuye la rigidez de la cuerda, pero es á expensas de la resistencia que presenta la misma.

El rozamiento proviene de las asperezas que los cuerpos presentan en su superficie, asperezas que pueden disminuirse por el pulimento, pero nunca aniquilarse; porque siendo los cuerpos porosos, han de tener por precision cavidades ó intersticios, y por consiguiente partes salientes ó asperezas. Cuando se ponen en contacto las superficies de dos cuerpos, las partes salientes de cada uno se acomodan con mas ó menos exactitud en las cavidades del otro; de donde resulta que si han de resbalar estas superficies, no podrán verificarlo sino doblando ó rompiendo las asperezas.

El rozamiento aumenta hasta cierto punto con la presion que se ejerce sobre las superficies en contacto, puesto que esta fuerza determina una mayor adherencia entre los cuerpos. La extension de las superficies presenta tambien su influencia sobre el rozamiento, principalmente cuando estas superficies no están aplanadas ó pulimentadas. La naturaleza del cuerpo ejerce tambien influencia sobre el rozamiento, observándose que éste es mas considerable en cuerpos homogéneos que en los de naturaleza diferente, por cuanto en aquellos, siendo sensiblemente iguales los poros, y por consiguiente las partes salientes, se acomodan unas en otros,

no solo mas fácilmente, sino en mayor número; de donde se sigue la necesidad de un mayor esfuerzo para vencer esta resistencia.

El rozamiento no es el mismo cuando un cuerpo desliza ó resbala, que cuando rueda sobre una superficie: se ha llamado al primero, que es mas considerable, rozamiento de primera especie, y de segunda al que tiene lugar en otro caso. El rozamiento en todos los casos se disminuye con el pulimento de las superficies, puesto que el pulimento no es otra cosa que privar á la superficie hasta donde es posible de las desigualdades ó asperezas que presenta. Además del pulimento, el rozamiento disminuye por la interposicion de cuerpos mas ó menos fluidos entre ambas superficies, porque estas sustancias no solo tapan los poros de ambos cuerpos, sino que dejan interpuesta una capa fluida, en la cual por consiguiente gozan las moléculas de una gran movilidad; y en esto está fundado el colocar en los parajes de gran rozamiento en las máquinas sustancias crasas que producen el efecto conocido de la disminucion del rozamiento.

El rozamiento se aumenta por consiguiente erizando de asperezas las superficies; lo cual se observa en algunas herramientas y armas, cuyo asidero lleva esta disposicion para que no se escapen de la mano, en las asperezas del pavimento, indispensables casi á nuestra marcha, ó al menos á nuestro equilibrio, pues sabido es lo que se verifica y la dificultad de marchar sobre el hielo ó sobre un piso de mármol pulimentado. Tambien el rozamiento se aumenta haciendo que el de segunda especie se convierta en rozamiento de primera, y se disminuye procediendo al contrario.

119. Considerada ya la accion de las fuerzas y su aplicacion á las máquinas, así como la influencia de los obstáculos que en todo caso se encuentran, nos falta considerar el efecto útil de estas mismas fuerzas, puesto que de todo lo expuesto se deduce que una fuerza dada no puede producir el mismo efecto aplicada á cuerpos diferentes; así vemos que el hombre pone fácilmente en movimiento algunos cuerpos, y que se halla en la imposibilidad de verificar lo mismo con todos.

La accion de una fuerza aplicada á un cuerpo debe descomponerse en tantas fuerzas iguales y paralelas, cuantas sean las moléculas del cuerpo mismo. Probaremos que han de ser iguales observando que todas se mueven del mismo modo, sin atrasarse ni adelantarse unas á otras, conservando el cuerpo por lo tanto su forma primitiva; y se probará que son paralelas viendo que no se alteran de ningun modo las relaciones de posicion entre las moléculas. Esto nos dice ya por qué una fuerza produce un efecto tanto mas considerable, cuanto menor es la masa á que se aplica; y al contrario, produce un efecto que puede llegar á ser nulo si la masa es muy considerable. En el primer caso será corto el número de fuerzas en que la dada haya de descomponerse, lo que dará para cada una un valor tal vez considerable; en el segundo caso siendo en gran número las moléculas, y por lo tanto las fuerzas parciales en que ha de descomponerse la primitiva, corto será el valor que á cada una corresponda; y si bien es cierto que nunca será nulo, y que la inercia quedará vencida por pequeño que á este valor le supongamos, tam-

bien se verifica que la resistencia de los intermedios y el rozamiento pueden ser suficientes para aniquilar aquella pequeña cantidad, y por lo tanto para que la fuerza no produzca efecto.

120. Vemos por lo que precede que en la estimacion de una fuerza ha de entrar por necesidad la masa á que se aplica; pero tambien echaremos de ver que esto no basta, y que necesitamos ademas saber la rapidez con que la mueve ó la velocidad que la comunica. Como esta velocidad será la misma para todas las moléculas del cuerpo, segun va expuesto, podemos representar la accion de la fuerza por el producto de la masa por la velocidad  $f=mv$ , que es lo que se llama *cantidad de movimiento*.

Si suponemos otra fuerza aplicada á otra masa diferente, será  $f'=m'v'$ , de donde  $f:f'::mv:m'v'$ , que nos dice que las fuerzas son entre sí como el producto de las masas por las velocidades. Si suponemos iguales las masas, nos dará  $f:f'::v:v'$ ; que es decir que en este caso las fuerzas son como las velocidades; y si estas fuesen iguales, tendríamos  $f:f'::m:m'$  que nos dice que las fuerzas serian como las masas. Por último, si las fuerzas son iguales  $f=f'$ , lo serán las cantidades de movimiento  $mv=m'v'$ , y formando proporcion  $m:m'::v':v$ , lo cual nos dice que, en el caso de ser las fuerzas iguales, las masas se hallan en razon inversa de las velocidades.

## LECCION XIX.

### Movimiento uniforme.—Determinacion de sus leyes.— Movimiento uniformemente acelerado.

121. Las fuerzas, consideradas ya como produciendo movimiento, pueden ser *instantáneas ó continuas*; es decir, pueden desenvolver su accion sobre el cuerpo en un período de tiempo indivisible, que es lo que decimos instantáneamente; ó pueden actuar sin interrupcion durante todo el tiempo que permanece el cuerpo en movimiento.

Las fuerzas instantáneas en virtud de la inercia producirán solo movimiento en la direccion rectilinea en que la impulsión se comunique; y como en el cuerpo nada existe que pueda aumentar ni disminuir la accion que recibe, resultará que se moverá con igual rapidez durante todo el tiempo que permanezca en movimiento, ó lo que es lo mismo, correrá en tiempos iguales espacios iguales, cuyo *movimiento* es el que llamamos *uniforme*.

En la determinacion de las circunsancias de este movimiento entran tres cantidades, que son: el *tiempo*, el *espacio* y la *velocidad*. Llamamos velocidad al espacio recorrido en la unidad de tiempo; por consiguiente la velocidad repetida tantas veces como unidades exprese el tiempo, nos expresará fielmente el espacio total recorrido en toda la duracion del movimiento, lo cual se expresa por  $E=VT$ .

$$E$$

De aquí resulta inmediatamente  $T=\frac{E}{V}$ , es decir, que al tiempo viene representado

$$V$$

en este movimiento por la relacion del espacio y de la velocidad; deduciéndose

tambien que el tiempo está en razon directa del espacio é inversa de la velocidad.

Del mismo modo  $V=\frac{E}{T}$ , que expresa que la velocidad está representada por la

relacion del espacio con el tiempo, y que se halla en razon directa del espacio é inversa del tiempo. En las tres fórmulas anteriores, si hacemos  $T=1$ , resulta  $V=E$ , que es lo mismo que anteriormente hemos manifestado.

Puesto que tenemos  $E=VT$  para la expresion del espacio que un cuerpo corre con movimiento uniforme, el correspondiente á otro cuerpo cualquiera estará representado por  $E'=V'T'$ , y formando proporcion con estas dos ecuaciones, tendremos  $E:E'::VT:V'T'$ ; lo que nos dice que los espacios son entre sí como los productos de las velocidades por los tiempos. Si hacemos  $V=V'$ , será  $E:E'::T:T'$  es decir, que siendo iguales las velocidades, los espacios son como los tiempos; y si hiciésemos  $T=T'$ , sería  $E:E'::V:V'$ , que nos dice que á igualdad de tiempos los espacios son como las velocidades; y si tuviésemos  $E=E'$  nos daría  $VT=V'T'$ , de donde  $V:V'::T':T$ , que nos expresa que siendo iguales los espacios, los tiempos se hallan en razon inversa de las velocidades.

122. Las fuerzas continuas no pueden producir nunca movimiento uniforme, puesto que irán siempre ó solicitando al cuerpo en la misma direccion en que se mueve, y por tanto haciéndole caminar cada vez mas aprisa, ó acelerando su movimiento; ó bien solicitando al móvil en sentido contrario, ó deteniendo y retardando el movimiento del mismo. De aquí resulta el *movimiento variado*, que solo dividiremos en *acelerado y retardado*.

Si en el movimiento acelerado y en el retardado la fuerza aceleratriz ó retardatriz en cada caso es constante, resulta por necesidad una uniformidad en este mismo movimiento, que da lugar al que llamamos movimiento *uniformemente acelerado ó uniformemente retardado*.

En estos movimientos hay que considerar como en el anterior el espacio, el tiempo y la velocidad, ademas la *fuerza aceleratriz ó retardatriz*, que es la que podemos decir que imprime carácter al movimiento.

Hemos dicho anteriormente que las fuerzas instantáneas producen siempre movimiento uniforme, y que nunca le producirian las continuas; pero solo hemos tenido en cuenta para expresarnos de esta manera lo que corresponde á la inercia de los cuerpos; porque si atendemos á los obstáculos que todo cuerpo encuentra en su marcha, observaremos que un cuerpo solicitado por una impulsión única, irá perdiendo velocidad en razon á los obstáculos que halle, y en vez de ser movimiento uniforme, lo será retardado; siendo por consiguiente necesario, para que el movimiento sea uniforme, que haya una fuerza continua que comunique al cuerpo en cada período de tiempo la misma velocidad exactamente que haya sido aniquilada durante el mismo por los rozamientos y demas obstáculos exteriores.

## LECCION XX.

## Leyes del movimiento uniformemente acelerado y retardado, deducidas del triángulo de Galileo.

123. En el movimiento uniformemente acelerado, y suponiendo que la fuerza aceleratriz  $g$  actúe desde el origen del movimiento, tendremos que la velocidad en el primer período de tiempo ha de estar representada por esta misma cantidad  $g$ . En el segundo período, puesto que recibirá una nueva impulsión, igual también con  $g$ , y que en virtud de la inercia ha de conservar la velocidad  $g$  adquirida en el primero, la que ha de corresponderle al fin de este segundo período será  $2g$ . En el tercero, por iguales razones,  $2g$  que tiene ya adquiridas y  $g$  que ahora se le comunica, será  $3g$ . De aquí resulta que en el cuarto será  $4g$ , en el quinto  $5g$ , y al cabo de un tiempo  $t$  será  $tg$ ; de donde la velocidad  $v=gt$  y  $t=\frac{v}{g}$ .

Si tiramos la línea  $AB$  (fig. 29) que nos represente el tiempo, y la dividimos en porciones iguales  $Aa$ ,  $ab$ ,  $bd$ ,  $dB$ , y por los puntos  $a$ ,  $b$ ,  $d$  elevamos perpendiculares iguales á la velocidad en cada uno de estos puntos, es decir, en  $a$  la  $ac$  igual con  $g$ , en  $b$  la  $bh$  igual con  $2g$ , en  $d$  la  $dn$  igual con  $3g$ , y en  $B$  la  $BC$  igual con  $4g$ ; suponiendo estas perpendiculares infinitamente próximas, para lo que habremos de suponer los intervalos  $Aa$ ,  $ab$ , etc. infinitamente pequeños, los extremos de las perpendiculares nos marcarán los puntos por donde, haciendo pasar la línea  $AC$ , cerrará un espacio, que será el que nos represente el que corresponde al movimiento uniformemente acelerado.

Este espacio, puesto que se halla representado por el área de un triángulo, la cual sabemos que es igual á la mitad del producto de su base por su altura, será  $e=\frac{1}{2} AB \cdot BC$ ; pero como  $AB$  es el tiempo y  $BC$  la velocidad, tendremos  $e=\frac{1}{2} vt$ , y sustituyendo por  $v$  su valor  $v=gt$ , resultará para la fórmula del espacio  $e=\frac{1}{2} gt^2$ .

Estableciendo comparación, obtendremos que en este movimiento las velocidades son como los tiempos, y los espacios son entre sí como los cuadrados de los tiempos ó de las velocidades. La figura nos dice esto mismo de un modo perceptible y sencillo; así tenemos que en el primer período el tiempo está representado por  $Aa$  y la velocidad por  $ac$ ; en el segundo el tiempo es  $Ab=2Aa$  y la velocidad  $bh=2ac$ ; en el tercero el tiempo es  $Ad=3Aa$  y la velocidad  $dn=3ac$ ; y en el cuarto el tiempo está representado por  $AB=4Aa$ , y la velocidad por  $BC=4ac$ ; de modo que siendo los tiempos 1, 2, 3, 4 etc., las velocidades siguen la misma relación, ó son como los tiempos.

124. Para los espacios tenemos que el primero comprende el triángulo  $Aac$ ; el segundo el  $Abh$ , en el que van comprendidos cuatro iguales al primero, es decir  $Abh=4Aac$ ; en el tercero está representado por el triángulo  $Adn=9Aac$ , y en el cuarto  $ABC=16Aac$ ; de modo que siendo los tiempos ó las velocidades 1, 2, 3, 4, los espacios son 1, 4, 9, 16, es decir, como los cuadrados de aquellos.

Esto es para los espacios totales; pero los espacios parciales, es decir, el espacio que en cada unidad de tiempo corresponde, no contando con el que pertenece á las unidades anteriores, siguen una ley que la misma figura nos va á manifestar. El espacio correspondiente á la primera unidad de tiempo está representado como sabemos por  $Aac$ ; el que corresponde al segundo período, no contando con el corrido en el primero, es el trapecio  $achb$ , que comprende tres triángulos iguales con  $Aac$ , es decir,  $achb=3Aac$ ; el perteneciente al tercero es el trapecio  $bhdn=5Aac$ , y el que corresponde al cuarto está representado por  $dnBC=7Aac$ ; lo cual nos dice que los espacios parciales son como los números impares. Sumando estos espacios parciales tendremos necesariamente los espacios totales; así que en el primero sabemos que es 1, la suma de este con el siguiente dan  $1+3=4$ , espacio total correspondiente á 2; la suma de los tres primeros  $1+3+5=9$  nos da el espacio total correspondiente; y la de los cuatro  $1+3+5+7=16$ , produce el espacio total que la figura comprende.

Si al empezar á actuar la fuerza aceleratriz tuviese ya el cuerpo un movimiento adquirido, sería necesario sumar las cantidades correspondientes á cada uno para tener las expresiones correspondientes al espacio y á la velocidad.

125. Si por el contrario, la fuerza aceleratriz cesase al cabo de un tiempo cualquiera, el cuerpo conservaría, en virtud de la inercia, la velocidad adquirida, y con ella seguiría con un movimiento uniforme. Supongamos que la fuerza aceleratriz cese al cabo de dos segundos, por ejemplo en  $b$ , la velocidad adquirida es  $bh$ ; y debiendo, como va dicho, conservarla y seguir con movimiento uniforme, en otros dos períodos de tiempo, describirá el rectángulo  $bhmB$ . Si paramos la atención en este rectángulo, vemos que  $bhmB=8Aac$ ; y como el espacio corrido en los dos períodos primeros es  $Abh=4Aac$ , resulta que si cesa la fuerza aceleratriz, el espacio que recorre el cuerpo con movimiento uniforme y la velocidad adquirida, durante un período de tiempo igual al trascorrido desde el origen del movimiento, es doble del que con el uniformemente acelerado había recorrido.

126. El movimiento uniformemente retardado se halla comprendido en la misma figura, y por tanto la determinación de sus leyes no ofrece gran dificultad. Todo está en considerar al móvil en  $B$  con una velocidad  $BC$ , de la cual pierde una parte igual con  $Co$  al llegar á  $d$ , en donde está representada por  $dn$ ; pierde otra parte igual al llegar á  $b$ , así que está representada su velocidad en este punto por  $bh$ ; y así prosiguiendo hasta  $A$ , en que se aniquila completamente el movimiento; de modo que la relación de los espacios, tiempos y velocidades se deduce de la misma manera, solo que en el uniformemente acelerado los espacios crecían como los cuadrados de los tiempos, y en este movimiento disminuyen en la misma relación; y por lo mismo los espacios parciales que allí aumentaban como los números impares 1, 3, 5, 7 etc., aquí, como la figura manifiesta, disminuyen en el mismo orden 7, 5, 3, 1.

## LECCION XXI.

**Aplicacion de las leyes del movimiento uniformemente acelerado al descenso de los graves.--Máquina de Atwood.**

127. La acción de la gravedad, siendo una fuerza continua, como se prueba por la resistencia también continua que hay que oponerla, no puede producir un movimiento uniforme; y la observación y la experiencia nos dicen que da lugar á un movimiento uniformemente acelerado. Para ver si efectivamente esto es así hay que discurrir algún medio que nos proporcione un descenso lento en los cuerpos sometidos al experimento, sin que la acción de la gravedad sufra alteración alguna: estas condiciones son indispensables, porque en el descenso completamente libre es tal la rapidez de la caída, que no es posible medir con exactitud lo que corre el cuerpo en cada unidad de tiempo.

Galileo, á quien se debe el estudio de estos fenómenos, se valió de un plano inclinado, en el que, como ya sabemos, la acción de la gravedad se descompone en dos, de las que una queda destruida por el plano, y la otra, que produce su efecto sobre el cuerpo, puede tener el valor que se desee variando la inclinación del plano, y por lo mismo puede conseguirse que el cuerpo descienda con tanta lentitud como sea necesario. En el día se hace uso de un aparato, ideado por Atwood á fines del siglo último, el cual permite que el cuerpo descienda por la vertical, y que la velocidad de la caída se modere en la relación que creamos conveniente (fig. 30). Se compone esta máquina de una polea A, sumamente movable sobre su eje, para conseguir lo cual suelen colocarse dos roldanas de cada lado, dispuestas de modo que el eje de la polea se apoye sobre ellas; con lo que se consigue ponerlas en movimiento y disminuir el rozamiento hasta donde le es al hombre posible: por la garganta de la polea pasa un hilo que sostiene dos pesos B y C, los cuales producirán equilibrio siendo iguales; pero si aumentamos un pequeño peso en B, este cuerpo descenderá, mas como para esto tiene que elevar á C y poner en movimiento todo el sistema, el descenso será tanto mas lento cuanto mas pequeño sea el peso adicional respecto de la suma de todos ellos. Allado de la línea de descenso del cuerpo B lleva una escala dividida en pulgadas y líneas, cuyo cero coincide con el punto mas alto en que B puede colocarse. Para observar hasta donde llega el cuerpo B al cabo de uno, dos etc. segundos, se coloca en el punto correspondiente un platillo D, al cual ha de tocar la base del cuerpo B en el momento mismo en que un péndulo de segundos, que va generalmente unido al aparato, marque la oscilación 1.ª, 2.ª etc., que corresponda al espacio corrido.

Puesto que está en nuestra mano el que en el primer segundo corra el cuerpo un espacio pequeño, podemos disponerlo de manera que ande solo dos pulgadas; de manera que la oscilación 1.ª del péndulo se confunda con el choque del cuerpo B sobre el platillo D, colocado en dos pulgadas. Siendo los tiempos 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', sus cuadrados serán 1, 4, 9, 16, 25, que representarán los espacios; y como en

el primer segundo hemos dispuesto que corra dos pulgadas, habrá que multiplicar por dos estos cuadrados, lo que dará 2, 8, 18, 32, 50, número de pulgadas que corresponden á cada intervalo de tiempo; y poniendo el tope ó platillo D sucesivamente en estos números, se observa que la experiencia confirma la ley de que los espacios son como los cuadrados de los tiempos.

128. Al determinar en la lección anterior las leyes del movimiento uniformemente acelerado por medio del triángulo de Galileo, nos hicimos cargo de lo que sucedería á un móvil cuando la fuerza aceleratriz dejase de actuar sobre él: veamos cómo puede demostrarse experimentalmente en este aparato relativamente á la gravedad. El tope D se reemplaza por un anillo E, por el cual puede pasar sin obstáculos el cuerpo cilindrico B; el peso adicional se reemplaza por una varilla enteramente igual en peso, pero cuya longitud, escediendo al diámetro del anillo, hace que no pueda pasar por él, se quede detenida sobre el mismo y abandone así al cuerpo B, el cual, siendo igual con C, continuará moviéndose con la velocidad adquirida, y con movimiento uniforme, puesto que los dos pesos, siendo iguales, no hay ya fuerza aceleratriz alguna. Colocando el anillo en los lugares en que antes hemos colocado el tope, esto es, en 2, 8, 18, 32, 50 pulgadas, debe dejar en cada uno de estos puntos, esto es, al cabo de 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', el exceso de peso sobre el anillo; y quedando los pesos iguales, debe correr en el mismo tiempo un espacio doble, es decir, 4, 16, 36, 64, 100 pulgadas, para lo que habrá que poner el tope á distancias del cero, espesadas por la suma de lo que ha corrido con movimiento uniformemente acelerado, y lo que corresponde al uniforme, es decir, á 6, 24, 54, 96, 150 pulgadas: lo cual nos dice que si cesa la fuerza aceleratriz, andará en el mismo tiempo un espacio doble del que antes había recorrido en el mismo tiempo.

Si los números 4, 16, 36, 64, 100 que hemos obtenido, los dividimos por el tiempo empleado, que sabemos es 1, 2, 3, 4, 5 segundos, resultan los números 4, 8, 12, 16, 20, que son como 1, 2, 3, 4, 5; luego las velocidades adquiridas son como los tiempos.

Vemos, pues, que la caída de los cuerpos sigue las leyes del movimiento uniformemente acelerado, y por lo tanto que la acción de la gravedad imprime esta clase de movimiento á los cuerpos en su descenso.

129. El movimiento uniformemente retardado se presenta en el caso de un cuerpo lanzado de abajo arriba, el cual, impulsado por una fuerza inicial y solicitado sin cesar por la acción de la gravedad en sentido contrario á aquella, va perdiendo porciones sucesivas de su velocidad, hasta que ésta queda completamente aniquilada, siendo aquí la gravedad la fuerza retardatriz que solicita al cuerpo. Si aniquilada la velocidad inicial cesase también la fuerza de la gravedad, no solo el cuerpo cesaría de elevarse, sino que permanecería fijo en la altura en que se encontrase; pero la gravedad no cesando jamás de actuar sobre el cuerpo, éste cesa de elevarse y descendiendo recorriendo la misma vertical por que se elevó, y adquiriendo en cada período porciones de velocidad iguales á las que perdió en los mismos sitios al elevarse, puesto que ahora la acción de la gravedad es fuerza aceleratriz y el movimiento adquirido es uniformemente acelerado; de modo que al fin

de su descenso tendrá adquirida una velocidad igual á la que se le comunicó para elevarse, si bien en sentido contrario de ésta. Esto nos dice que *un cuerpo que cae de cierta altura, llega al fin de su descenso con una velocidad capaz de hacerle elevar á la misma altura y en el mismo tiempo, pero dirigida en sentido contrario.*

130. Sabida ya la acción que la gravedad ejerce sobre los cuerpos y el movimiento que les comunica, nos falta averiguar si esta acción es la misma para todos los cuerpos: esta investigación es tanto mas necesaria, cuanto que lo que diarias mente se observa es que las masas considerables caen con rapidez, al paso que las pequeñas lo verifican con lentitud. No tiene nada de sorprendente que así suceda, considerando que la fuerza está espesada por el producto de la masa por la velocidad, y que por tanto, variando un factor, debe variar del mismo modo el producto. Pero es necesario hacer ver que el otro factor, es decir, la velocidad, es el mismo para todos los cuerpos, ó que la gravedad les imprime á todos la misma velocidad en el primer período de su descenso. Para esto no habrá mas que tomar cuerpos diferentes, tales como plomo, corcho, piedra, pluma, etc., y dejándolos caer, observar lo que sucede; verificándolo, tendremos que el plomo y la piedra llegarán antes al fin de su caída que el corcho, y éste antes que la pluma; la razón de esta diferencia se halla en la resistencia del aire, puesto que para abrirse paso al través de este fluido hay que poner en movimiento sus moléculas, lo que no se consigne en razón de la inercia, y recordando que la reacción es igual y contraria á la acción, sino á espensas de la fuerza que el cuerpo posee en su descenso; así es que si lo verificamos en el vacío introduciendo estos cuerpos en un tubo de vidrio de unos seis pies de largo, y haciendo el vacío en él por medio de un aparato que á su tiempo estudiaremos con el nombre de máquina neumática, allí se observa que todos caen en un mismo tiempo en razón á no encontrar obstáculos para el descenso; lo que nos dice que la acción de la gravedad se ejerce del mismo modo sobre todos los cuerpos, y como hemos ya dicho imprime á todos la misma velocidad.

No debe confundirse la gravedad con el peso de los cuerpos; la primera es una fuerza que, como acabamos de ver, imprime la misma velocidad á todas las partículas de los cuerpos, y el peso es el valor de la resultante de todas estas acciones elementales; así es como, siendo la gravedad la misma para todos los cuerpos, el peso crece con la masa de estos, y por consiguiente la acción que cayendo pueden producir sobre los que se opongan á su descenso.

En esto consiste que sea casi insensible para nosotros la acción que recibimos de un perdigon que caiga verticalmente de una altura dada, y el efecto mortal que produciría un quintal de la misma sustancia cayendo de igual altura. El fenómeno se verifica del mismo modo en los líquidos; así es que en el aire una masa de líquido se divide por la resistencia del fluido; y si introducimos agua en un tubo hasta su mitad, purgándole de aire y cerrándole herméticamente, se observa al invertirlo que el líquido cae reunido, como lo verificaria un sólido, produciendo un choque en el extremo del tubo, que ha dado lugar al nombre que este aparato recibe de martillo de agua.

Podemos decir, en vista de todo lo espuesto, que la gravedad actúa con la misma intensidad sobre la unidad de masa de todos los cuerpos.

## LECCION XXII.

**Descenso por planos inclinados.—Circunstancias notables que presenta la velocidad comparada con la misma cantidad en el descenso libre.**

131. Cuando nos ocupamos de las condiciones del equilibrio de los cuerpos en planos inclinados, examinamos la relación entre la potencia y la resistencia, que era la de la altura á la longitud, cuya relación deducimos, habiendo descompuesto en dos la acción de la gravedad que actuaba sobre el cuerpo. Se trata ahora de averiguar qué es lo que en el descenso se verifica, y para ello determinar el valor de la fuerza paralela al plano, que es la que produce el efecto que podemos llamar útil en este movimiento.

Sea el plano inclinado AC (fig. 31) sobre el cual se halla un cuerpo solicitado por la acción de la gravedad R G, la cual se descompone en las dos RF y RE perpendicular y paralela al plano respectivamente. Para hallar el valor de RE sabemos que  $RE : RG :: BC : AC$ , de donde  $RE = RG \times BC$

$\frac{AC}{h}$ , y como RG representa la acción de la gravedad, BC es la altura y AC la longitud  $RE = g \times \frac{h}{l}$ . Esta es

la gravedad relativa que es igual á la gravedad absoluta tomada en la relación de  $h : l$ ; este valor de RE es siempre menor que  $g$ , puesto que la cantidad  $\frac{h}{l}$  que

la multiplica no solo está en forma de quebrado, sino que lo será siempre realmente, pues que nunca  $BC = h$  será mayor que  $AC = l$ : todo lo mas que podrá suceder será que  $h = l$ , en cuyo caso  $\frac{h}{l} = 1$ ; de donde  $RE = g$ . Es decir, que siendo la altura

igual á la longitud, no hay plano inclinado, la AC se confunde con CB, por consiguiente queda el descenso libre por la vertical, y la gravedad relativa que teníamos pasa á ser gravedad absoluta.

Puesto que la acción de la gravedad es la que determina el descenso por planos inclinados, podemos resolver todas las cuestiones que se presenten aplicando las fórmulas correspondientes deducidas para el descenso libre, pero modificadas en cuanto á la gravedad, poniendo en vez de  $g$  la cantidad  $g \times \frac{h}{l}$ , con lo que serán fórmulas correspondientes al plano inclinado.

132. De sustituir en unas de las fórmulas del descenso libre los valores deducidos de las otras, resulta para la velocidad de la expresión  $v = \sqrt{2eg}$ . Si tratamos de aplicarla al plano inclinado, tendremos  $v = \sqrt{2eg \times \frac{h}{l}}$ , y como en el plano  $e$ , que es el espacio recorrido, es AC, y la longitud, es también AC, resulta  $e = l$ , por lo que suprimiéndolas queda  $v = \sqrt{2gh}$ . Esto es lo que se llama *velocidad debida á una altura*, y de cuya expresión se hace mucho uso en física y en mecánica. Poniendo la atención en la fórmula, vemos que la cantidad  $l$  ha desaparecido, lo que

nos dice que la velocidad adquirida pende solo de la altura y no de la longitud: de modo que si tenemos (fig. 32) diferentes planos inclinados CD, CE, CA que tengan una misma altura, la velocidad final que un cuerpo adquiere es la misma en todos ellos.

Si cayese por la vertical CB, altura del plano, la fórmula sería  $v = \sqrt{2eg}$ ; pero como en este caso BC es el espacio, sería  $e = h$  y la fórmula  $v = \sqrt{2gh}$ , que siendo la misma que anteriormente, nos dice que será también la misma la velocidad. Luego un cuerpo que desciende de cierta altura, adquiere la misma velocidad verificándolo por la vertical que por planos inclinados, cualquiera que sea su inclinación. Puesto que un cuerpo que cae de cierta altura, llega al fin de su descenso con una velocidad capaz de hacerle subir á una altura igual, los cuerpos cayendo por planos inclinados pueden elevarse por otros planos con inclinación opuesta y perfectamente iguales en altura; y si descendiesen por una curva que miráremos como una serie de pequeños planos con diferentes inclinaciones, podrán elevarse en virtud de la velocidad adquirida describiendo un arco igual al de descenso.

Esta velocidad que adquieren los cuerpos en el descenso por planos inclinados, explica el efecto que en nosotros mismos se produce al bajar una cuesta, en que nos vemos forzados á caminar con una velocidad creciente en virtud de la acción acumulada, y el peligro de un choque ó caída al final del descenso, y aun antes, puesto que la velocidad adquirida es la misma que cayendo por la vertical de una altura igual exactamente á la del plano.

### LECCION XXIII.

#### Generacion del movimiento curvilíneo.—Relacion entre masas, distancias al centro y velocidades.—Movimiento parabólico.

133. Si reflexionamos acerca del efecto que producen las fuerzas instantáneas y las continuas respectivamente, hallaremos que una sola fuerza no puede producir mas movimiento que el rectilíneo, y que aun concurriendo dos, si no actúan de un modo particular, todavía será rectilíneo el movimiento, como nos lo acredita la resultante de dos fuerzas que forman ángulo, puesto que la diagonal del paralelogramo es una línea recta.

Si tenemos dos fuerzas AS y AC (fig. 33) que actúen sobre el punto A, y cuyas intensidades sean AB y AD, construiremos sobre ellas un paralelogramo, y la diagonal AE será su resultante; si no actuasen otras fuerzas, el cuerpo animado de una fuerza, cuya intensidad es AE, continuaría su camino en la dirección rectilínea EF; pero si admitimos que en E actúe otra fuerza EC, cuya intensidad sea EG, podremos sobre ésta y la EF formar un paralelogramo, cuya diagonal EH será la resultante; y si ahora sobre H, que recorrería el cuerpo abandonado á sí mismo en H, y la HL, intensidad que atribuimos á la nueva fuerza HC, construimos el HLMI, tendremos la resultante representada por HM; si continuásemos del mismo modo, nos hallaríamos con un polígono ó trozo de polígono, en

el que imaginando que las impulsiones que desvian al cuerpo de la línea recta se suceden sin cesar, ó lo que es lo mismo, que los puntos A, E, H y M se hallen infinitamente próximos, el polígono se convertirá en una curva.

Vemos, pues, que para el movimiento curvilíneo se necesita el concurso de dos fuerzas; una que solicite al cuerpo en dirección de un punto fijo C, y otra, tal como AB, que tienda á alejarle del mismo punto. Estas dos fuerzas reciben el nombre de *centrales*, denominándose *fuerza centrípeta* la que conspira á dirigir al cuerpo hácia el punto fijo, y *centrífuga* la que tiende á alejarle.

Si en un punto cualquiera de la curva cesase una de las fuerzas, la otra produciría sola todo su efecto y el cuerpo seguiría su dirección; así cesando instantáneamente la centrífuga, el cuerpo obedecería á la centrípeta, y si ésta cesase, v. gr. en un punto H, el cuerpo seguiría la dirección HI, que es la de la tangente á la curva en el punto que consideramos. En el caso de que no cesase una ú otra instantáneamente, sino que fuesen cediendo sucesivamente, daría lugar á una espiral que se acercaría al centro en el caso de hacerse preponderante la centrípeta, y se alejaría del mismo si predominase la centrífuga; así para que la curva descripta sea una circunferencia de círculo, es necesario que las dos fuerzas sean iguales.

La observacion y la experiencia dan que la fuerza centrífuga es tanto mayor cuanto mas considerables son las masas circulantes, y mayor es el radio de la curva descripta, aumentando también con la velocidad, ó lo que es lo mismo, cuando el tiempo periódico disminuye, hallándose, pues, en razón directa de las masas y de los radios ó distancias al centro é inversa del cuadrado del tiempo, es decir,

$$F : F' :: \frac{MR}{T^2} : \frac{M'R'}{T'^2}$$

Para verificar estas leyes experimentalmente hay varios aparatos, cuya descripción no entra en el plan que nos hemos propuesto, enseñando mas la vista de la máquina que cuantas descripciones pudieran darse. Sin embargo, hay una parte en ella que puede y debe recordarse: consiste en una varilla (fig. 34) en la que van dos masas A y B que pueden deslizar fácilmente á lo largo de la misma; si estas masas, que están unidas por medio de un hilo, se colocan á distancias iguales del centro, la mayor A arrastra á la otra en cuanto se establece el movimiento de rotacion, llevándola consigo al extremo N de la barra, lo cual dice que la mayor masa adquiere mayor fuerza centrífuga; lo que también se deduce de la proporción establecida, porque la igualdad de radio y de tiempo  $F : F' :: M : M'$ . Para que las fuerzas centrífugas sean iguales, es necesario que las masas se hallen en razón inversa de sus distancias al centro, en cuyo caso la masa A y la B circularán sin variar su distancia al centro.

Para ver que los líquidos obedecen á la misma ley se usa el aparato de la (fig. 35), que consiste en dos tubos de vidrio A y B inclinados al horizonte, en los cuales se encierra agua y azogue en B y agua con un corcho en A; luego que el movimiento de rotacion se establece, el mercurio se dirige á la extremidad B del tubo y el agua queda atrasada; y en el tubo A el agua ocupa la extremidad del tubo, quedando el corcho atrasado, lo cual manifiesta como antes que la mayor masa adquiere mayor fuerza centrífuga.

Los ejemplos que de estas fuerzas pudieran ponerse son tantos que bastarian para ocupar un volumen entero; así que, dejando los mas notables para la leccion siguiente, diremos que la onda, los soles de artificio, los ventiladores y otros varios aparatos, no son otra cosa que aplicaciones de estos principios.

134. Si tenemos una fuerza instantánea *AQ* (*fig. 36*) actuando sobre *A*, producirá un movimiento uniforme, y por tanto el móvil, obedeciendo á esta sola fuerza, correrá en tiempos iguales espacios 1, 2, 3, 4 iguales. Si sobre *A* actúa la fuerza continua *AP*, obligará al cuerpo á correr con movimiento uniformemente acelerado espacios 1, 4, 9, 16, que serán como los cuadrados de los tiempos. Si actúan ambas á la vez, el cuerpo en el primer periodo solicitado á moverse en ambas direcciones, se encontrará en *a*; por iguales consideraciones se hallará al cabo del segundo en *b*, y así prosiguiendo, y trazará una curva *AbcM*, que será una rama de parábola.

Esta es la curva que describen los cuerpos arrojados horizontalmente, uniéndose á la fuerza de impulsión comunicada la accion de la gravedad, y describen las dos ramas ó la curva entera cuando son lanzados oblicuamente al horizonte. Debe decirse sin embargo que esta curva solo sería parábola en el vacío, pues que la resistencia del aire hace que se forme una trayectoria ó curva particular.

## LECCION XXIV.

**Movimiento oscilatorio.—Péndulo simple y compuesto.—Influencia de la longitud del péndulo en la duracion de las oscilaciones.—Aplicacion á la medida del tiempo y á la determinacion de la intensidad de la gravedad.**

135. Llamamos *péndulo* á todo cuerpo sostenido por una varilla ó cordón tendida verticalmente, y que se mueva con libertad al rededor del punto de suspension. El péndulo en su posicion *A* (*fig. 37*) permanecerá en equilibrio, puesto que la vertical que pasa por su centro de gravedad lo verifica tambien por el punto de suspension *C*, con el cual se destruye la accion de esta fuerza. Si le separámos de esta posicion, le llevamos á *B* y le abandonamos á sí mismo; la accion de la gravedad *G*, no pudiendo dirigirle verticalmente á causa del hilo y aun mejor del punto fijo, se descompone en dos, una *P* en la prolongacion de la varilla que se destruye con el punto fijo, y otra *L* perpendicular á ésta y que produce su efecto para hacer descender al cuerpo por el arco *BA*; llegado el cuerpo á este punto se encuentra animado de una velocidad capaz de hacerle elevar á la misma altura y en el mismo tiempo, de forma que recorrerá el arco ascendente *AD*; llegado al punto *D*, en que se habrá destruido la velocidad adquirida, se encontrará en las mismas condiciones que en el punto *B*, por consiguiente descenderá por *DA*, se elevará por *AB*, volverá á descender, y así continuará su movimiento de va-y-ven ó oscilatorio.

Estas oscilaciones no parece que deben concluir jamas, puesto que, siendo igual

la semioscilacion ascendente con la descendente en el primer periodo, deberá continuar de la misma manera en los sucesivos: sin embargo, no se verifica de este modo á causa de la resistencia del aire y del rozamiento inevitable en el punto *C* de suspension; así que, aun haciéndole oscilar en el vacío, esta segunda causa no desaparecería, y por tanto el movimiento se aniquilaria, aunque no tan pronto como en el aire. Aun cuando el arco ascendente es un poco mas corto que el descendente, el péndulo le recorre con un poco mas de lentitud; así que el tiempo que tarda es el mismo en cada semioscilacion. Esta igualdad se extiende respectivamente á la oscilacion entera, pues que si bien es cierto que la amplitud de la primera va disminuyendo en las sucesivas, el tiempo empleado en la duracion de cada una es el mismo por razones análogas á las expuestas anteriormente; de modo que tarda el péndulo el mismo tiempo en describir todos los arcos, sean grandes ó pequeños, á lo que se da el nombre de *isocronismo*.

136. El péndulo llamado *simple* es un péndulo ideal que sería formado por un hilo inextensible y sin peso, á cuyo extremo pendiese un solo punto ó molécula. No existiendo semejante péndulo en la naturaleza, es indispensable referir á él las observaciones que practiquemos con el péndulo ordinario ó compuesto, valiéndose de los medios que en esta misma leccion explicaremos.

Hemos hecho ver en el lugar correspondiente que la accion de la gravedad es la misma para todos los cuerpos; y puesto que el péndulo oscila por la accion de esta fuerza, puede servirnos tambien para comprobar esta verdad: para esto haremos péndulos de plomo, de madera, de marfil &c., y dándoles á todos la misma longitud, los haremos oscilar al mismo tiempo, y se observará que todos marchan acordes, lo cual prueba el principio establecido.

137. La *longitud* influye en la duracion de las oscilaciones, y por tanto en el número de las verificadas en un tiempo dado. Si tomamos tres péndulos (*fig. 38*) *CA*, *CB*, *CD*, cuyas longitudes sean entre sí como 1:4:9, observaremos que el mas corto *CA* da dos oscilaciones en tanto que *CB* da una, y que da tres mientras el mas largo *CD* da una; esto nos dice que la duracion de las oscilaciones es como las raíces cuadradas de las longitudes, ó que el número de oscilaciones se halla en razon inversa de dichas raíces.

Puesto que un péndulo oscila con tanta mayor rapidez cuanto menor es su longitud, y al contrario, oscila mas lentamente cuanto su longitud es mayor, resulta que las partes materiales (*fig. 39*) mas próximas al punto *C* tienden á oscilar con mas rapidez, y así lo verificarían si no estuviesen enlazadas de un modo invariable con las inferiores; éstas á su vez tienden á oscilar con mas lentitud, y con tanta mas cuanto mas próximas al punto *A* las consideremos. Mas como todas ellas han de verificar su oscilacion en el mismo tiempo, resulta que entre las superiores que están retrasadas por las inferiores, y éstas que están aceleradas por las superiores, ha de haber necesariamente un punto, tal como *B*, que verifica sus oscilaciones, como si estuviese solo sin ser acelerado por las unas, ni retardado por las otras, cuyo punto recibe el nombre de centro de oscilacion, y su dis-

tancia CB al punto de suspension es lo que se llama longitud del péndulo. Esta sería la longitud del péndulo simple si existiese, y ésta es la que hay que tomar siempre para referir al péndulo simple las observaciones del compuesto.

138. La acción de la gravedad, siendo la que determina las oscilaciones del péndulo, influye necesariamente en la duración y el número de estas oscilaciones. Si esta acción de la gravedad fuese la misma en todos los puntos de la superficie terrestre, un péndulo de una longitud dada oscilaría del mismo modo en cualquier paraje del globo en que le observásemos; pero no puede verificarse esto en razón á que, girando la tierra sobre un eje, y siendo la fuerza centrífuga opuesta á la gravedad, disminuirá á ésta en cuanto ella valga; además la acción de esta fuerza centrífuga no es la misma en los diversos paralelos, puesto que es proporcional al radio, y el de los paralelos es diferente para cada uno de ellos; así la acción de esta fuerza se hallará en su maximum en el ecuador EE' (fig. 40), pero irá disminuyendo en los diferentes paralelos hasta el polo P, en que será nula; además solo en el ecuador esta fuerza es directamente opuesta á la gravedad, pues que en los paralelos v. gr. en  $\pi\pi'$ , cuyo radio es  $or$ , la acción de la fuerza centrífuga se ejerce en la dirección  $\pi F$ , y la de la gravedad en la GrC, que forma ángulo con la primera.

De este movimiento de rotación, y de la disminución de la fuerza centrífuga del ecuador al polo, resulta el aplanamiento de la tierra en sus polos, los que por consiguiente quedan mas próximos al centro de la tierra: y como la acción que ésta ejerce sobre los cuerpos, si bien proviene de la que desenvuelven todas las moléculas de ella respecto de todas las del cuerpo atraído, el efecto es el mismo que si una fuerza única emanase de su centro, el cuerpo se encuentra atraído con mas energía por esta causa en el polo que en el ecuador; de modo que solo por el achatamiento de la tierra vemos que la acción de la gravedad disminuye de los polos al ecuador; y como la fuerza centrífuga por su parte hemos visto que conspira al mismo fin, podemos asegurar que la gravedad se halla en su maximum en los polos y disminuye hasta el ecuador.

Para medir la intensidad de la gravedad en los diferentes puntos del globo, no es buen medio el dejar caer un cuerpo y ver lo que corre en el primer segundo de su descenso, puesto que en lugar oportuno hemos visto las dificultades que presenta esta medida. El péndulo, pues, es el medio único de medir la intensidad de la gravedad en los diferentes puntos de la tierra, y el que puede dar por consiguiente la verdadera figura de ésta. El cálculo da para el tiempo de una oscilación  $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  siendo  $\pi$  la relación 3,14159 del diámetro á la circunferencia,  $l$  la longitud del péndulo simple, y  $g$  la acción de la gravedad; de donde si  $t=1$  se obtiene  $g = \pi^2 l$ , así para obtener la intensidad de la gravedad no hay mas que medir exactamente  $l$ , y multiplicarlo por el cuadrado de  $\pi$ . Por este medio se ha obtenido que la gravedad en Madrid es 35,16905 pies, la longitud del péndulo 513,125 líneas igual 3,56537 piez castellanos, y que lo que corre un cuerpo grave en 1'' son 17  $\frac{1}{2}$  pies próximamente.

El isocronismo del péndulo le hace ser un instrumento á propósito para la medida del tiempo; pero en los relojes es necesario no ver en el péndulo el motor que impulsa el aparato, sino solo el regulador de su marcha, pues que ésta sería necesariamente variada si el motor, que es ó un peso que desciende, ó un resorte que se extiende, quedase abandonado á sí mismo sin un moderador que le colocase en cada instante en las condiciones mismas en que se verificó el impulso inicial.

## LECCION XXV.

## Leyes de la comunicacion del movimiento en los cuerpos duros y en los elásticos, considerados como simples consecuencias de la ley de inercia.—Choque excéntrico.

Al examinar las leyes de inercia vimos que en la imposibilidad de darse un cuerpo movimiento á sí propio, era necesario que hubiese otro que se lo comunicase, y tambien nos hicimos cargo de que el cuerpo comunicante sufría una pérdida que tenía por medida la cantidad que al otro comunicaba, ó que la reacción era igual y contraria á la acción. Al mismo tiempo sabemos que para estimar la acción de una fuerza hay que atender á su masa y á su velocidad, que es lo que llamamos cantidad de movimiento. Tambien recordaremos lo que en la elasticidad expusimos respecto á que un cuerpo que ha sido comprimido desenvuelve una acción ó resorte, que tiene por medida el esfuerzo empleado para conseguir la compresión.

139. Recordados estos principios, diremos que para determinar las leyes del choque de los cuerpos ó de la comunicacion del movimiento, tenemos que dividirlos en dos grandes grupos ó secciones, una de las cuales comprenderá los cuerpos no elásticos, es decir, los que conservan despues del choque la forma que éste les hizo adquirir; y otra en la que se incluirán todos los elásticos, que serán aquellos que despues del choque reabren sobre sí mismos y recuperen la forma que antes tenían.

Sabemos ya que no hay cuerpos desprovistos de elasticidad; pero se pueden mirar hasta cierto punto como tales algunos, como la arcilla húmeda, la pasta de harina en iguales circunstancias, y otros varios en quienes su pequeña elasticidad no altera sensiblemente los resultados que se obtendrían si fuese completamente nula. Tambien sabemos que en los sólidos no hay cuerpos perfectamente elásticos; pero los que lo son de primera especie, dan resultados que difieren muy poco de los que darían teniendo completa esta propiedad.

140. El choque puede ser *central* ó *excéntrico*: esto es, puede verificarse en la dirección de una línea que pase por los centros de inercia de los cuerpos, ó en otra dirección cualquiera.

Sean dos cuerpos no elásticos, en cuya clase incluímos á los *duros* y á los *blandos*; aquellos porque no alterarán de forma por la acción del choque, y nada tendrán que hacer por tanto para recobrarla; y estos porque conservarán la forma que en virtud del choque adquirían, conservándola despues del mismo modo: supongamos que el choque tiene lugar en la dirección de la línea que une los cen-

tros, é imaginemos las masas iguales. Se concibe sin dificultad, y la experiencia lo confirma, que si las direcciones en que se chocan son opuestas y las velocidades iguales, quedarán en reposo en el acto del choque, por destruirse exactamente la acción del uno con la del otro. Si en el supuesto anterior uno de los cuerpos se hallase en reposo y el otro viniese á chocarle con una velocidad cualquiera, ésta se distribuiría entre ambos, es decir, en una masa doble, y por tanto los cuerpos caminarian unidos y con una velocidad que sería la mitad de la que traía el chocante.

En el choque de los cuerpos no hay pérdida alguna de velocidad; lo que uno pierde, es ganado por el otro, y no puede suceder de otra manera en virtud de la inercia; de modo que la suma de las cantidades de movimiento antes del choque es igual á la suma de las cantidades de movimiento despues del mismo; es decir,  $MV + M'V' = (M + M')x$ , llamando  $x$  la velocidad final que es igual para ambos. De aquí resulta  $x = \frac{MV + M'V'}{M + M'}$ , cuya expresion corresponde al caso en que los cuerpos van en un mismo sentido, y dice que la velocidad final se obtiene dividiendo la suma de las cantidades de movimiento antes del choque por la suma de las masas.

Si los cuerpos caminassen en sentidos contrarios sería  $x = \frac{MV - M'V'}{M + M'}$ , y si el chocado se hallase en reposo resultaria  $x = \frac{MV}{M + M'}$ .

Vemos que en el caso de ir los cuerpos en sentidos contrarios, no es necesario para que queden en reposo que las velocidades sean iguales, bastando que lo sean las fuerzas ó cantidades de movimiento, para lo cual sabemos que las velocidades han de estar en razon inversa de las masas. Tambien se observa que en el caso de estar en reposo el cuerpo chocado, la velocidad no parece que será nunca nula; pero si la masa del chocado es tal que pueda mirársela como infinita, respecto á la del chocante, la expresion se reduce á cero, y no hay velocidad alguna despues del choque: tal es el caso que se presenta arrojando un proyectil cualquiera sobre un cuerpo de una gran masa.

En el choque excéntrico de estos cuerpos la acción del chocante se descompone en dos; una que pasa por el centro de inercia del chocado, y otra perpendicular á ésta.

141. En el choque de los cuerpos elásticos hay que tener presente el primer período durante el cual se comprimen, y pueden por lo tanto considerarse como no elásticos; y el segundo en que obra la elasticidad y recobran la forma primitiva. Durante el primer período, puesto que obran como no elásticos, pueden aplicárseles las fórmulas establecidas; y como en el segundo período la acción de resorte es igual y contraria á la de compresion que ha precedido, será necesario tomar su duplo; de modo que la ganancia ó pérdida que un cuerpo sufrirá en su velocidad siendo elástico, será doble de la que por la misma acción le corresponderia careciendo de aquella propiedad. La observacion y la experiencia están de acuerdo

con lo que acabamos de establecer; así dos cuerpos elásticos que se encuentran en direcciones contrarias teniendo igual masa y velocidad, sabemos que siendo duros quedarían en reposo por la destruccion reciproca de las velocidades; pero en el caso presente, comunicándoles la fuerza de resorte una velocidad igual y contraria á la pérdida, los cuerpos retroceden con velocidades iguales á las que poseian. En el caso de estar el chocado en reposo hemos visto que ambos se movian con una velocidad, mitad de la del chocante, en el mismo supuesto de la igualdad de masas; pero si los cuerpos son elásticos, el chocante, que en el caso anterior perdía la mitad de su velocidad, ahora la perderá toda, y por lo mismo quedará en reposo; el chocado que adquiría ó ganaba la mitad de la que el chocante traía, ahora, duplicándose esta cantidad, adquirirá una velocidad igual exactamente á la del chocante; de modo que el cuerpo chocante quedará en reposo y el chocado partirá con la velocidad que poseía el primero.

142. Para el choque excéntrico consideraremos un plano AB (fig. 41) sobre el cual cae un cuerpo D perpendicularmente; si el cuerpo y el plano no son elásticos, el cuerpo quedará en C; destruyéndose su acción por la resistencia del plano; pero si D es un cuerpo elástico, como por una parte llega al fin de su descenso con una velocidad capaz de hacerle elevar á la misma altura, y por otra la fuerza de resorte le comunica una velocidad igual á la que el choque aniquila en C, pero en sentido contrario, el cuerpo rebotará, y se elevará por la misma línea CD á una altura teóricamente igual á aquella de que descendió. Si el cuerpo cayese oblicuamente sobre el plano (fig. 42) en una dirección DG, su acción se descompondria en dos, una perpendicular, que sería destruida por la resistencia del plano, y otra paralela con la cual se movería el cuerpo, que en el caso de no ser elástico seguiría por tanto, la dirección GA; si fuese elástico, la descomposicion de fuerzas sería la misma, pero la elasticidad, desenvolviendo en el cuerpo una fuerza igual y contraria á la IG destruida, ésta se combinaría con la paralela GA, y su resultante GE representará la dirección que tomaría el cuerpo. En este caso el ángulo IGD, que se llama de incidencia, es igual al IGE, que llamamos de reflexion: así en el choque de los cuerpos elásticos el ángulo de reflexion es teóricamente igual al de incidencia; y decimos teóricamente, porque no siendo los cuerpos perfectamente elásticos, los dos ángulos no serán rigurosamente geométricamente iguales, pero sí con mucha aproximacion.

## MECANICA DE FLUIDOS.

### LECCION XXVI.

#### Condiciones del equilibrio en los líquidos.—Principio de la igualdad de presión.—Determinación de las presiones que sufre el fondo y las paredes de un vaso.—Paradoja hidrostática.

Al ocuparnos de los tres estados en que los cuerpos se presentan, vimos que los líquidos, adaptándose fácilmente á las formas del vaso en que se contienen, se distinguan principalmente de los sólidos por la gran movilidad de sus moléculas. Hemos examinado igualmente las propiedades generales que estos cuerpos presentan, y nos falta estudiar ahora las que, no siendo comunes á los sólidos, provienen del carácter particular de los líquidos.

143. Los líquidos tienen la notable propiedad de ejercer presiones en todos sentidos; esto es, de transmitir en todas direcciones el esfuerzo ó presión que reciben en una cualquiera. Sea para esto un vaso A (fig. 43) en el que suponemos aplicados tres pistones P, P', P'', y P''', perfectamente iguales: si ejercemos un esfuerzo sobre P procurando introducirle en lo interior del vaso, todos los demás pistones serán rechazados al exterior, ó será necesario emplear sobre cada uno de ellos una fuerza igual á la que actúa en P si tratamos de impedirlo. Esto nos dice que sobre cada porción de las paredes del vaso, igual en extensión con la base del émbolo, se ejercerá una presión completamente igual á la que sufre la parte de líquido que toca inmediatamente á la base del piston P. Se deduce de aquí igualmente, que si uno de los pistones tuviese una base doble, también lo sería la presión que debe sufrir; siendo triple ó cuádrupla si lo fuese el área del mismo.

No es difícil darse cuenta del fenómeno, recordando la movilidad de las moléculas, la poca compresibilidad del líquido y su notable elasticidad. Cuando el piston P oprime á la capa líquida con quien se halla inmediatamente en contacto, ésta no solamente trasmite la presión á la capa que la sigue en el sentido de la acción sufrida, sino que en virtud de la extrema movilidad de las moléculas, también la trasmite en el sentido lateral y en todos los demás, por la movilidad citada y por la elasticidad. Lo mismo podemos decir de la segunda capa con respecto á la tercera, y así de las demás, hasta llegar á las que tocan á las paredes del vaso.

Lo que acabamos de esplicar es aplicable á la acción que la gravedad ejerce sobre la masa líquida, ó lo que es lo mismo, á la presión que sufren las capas líquidas por la acción de las superiores.

144. Los líquidos para estar en equilibrio deben satisfacer á varias condiciones, de las cuales la principal, y que estriba principalmente sobre la igualdad de presión ya explicada, es que cada una de las moléculas que constituyen la masa, sufra presiones iguales en todos sentidos. Sin dificultad se concibe la imposibilidad del equilibrio si esta condición no está satisfecha, porque una molécula cualquiera, que sufriese presiones diferentes, se movería por precisión, obedeciendo á la fuerza que fuese preponderante; este movimiento no podría verificarse sin determinar el de todas las que la rodeasen en el sentido del movimiento por el empuje que sufrirían las moléculas de esta parte, y que las obligaría á tomar nuevas posiciones; y en el sentido contrario, porque el sitio que abandonase la molécula que suponemos, sería inmediatamente ocupado por la más próxima; el que ésta dejase lo sería por la siguiente, y así prosiguiendo; de modo que, perdido el equilibrio en una molécula, éste se alteraría en toda la masa.

Esta condición de equilibrio nos dice indudablemente que existe una presión de abajo arriba, enteramente igual á la de arriba abajo. Para probarlo se toma un cilindro de vidrio, abierto por ambas extremidades, se le cierra en seguida por su parte inferior con un obturador C (fig. 44) que lleva un cordón D, el que deberemos mantener tenso para que la plancha no caiga. En esta disposición se le introduce en un vaso que tenga líquido, y luego que esto se verifica se abandona el cordón, quedando sostenido el obturador evidentemente por la presión que sufre de abajo arriba. En seguida se echa agua dentro del tubo, y se nota que el fondo no se desprende hasta que la altura del agua coincide próximamente con la superficie exterior AB, lo que nos prueba que la presión de abajo arriba es igual á la de arriba abajo.

145. Otra de las condiciones de equilibrio es relativa á la superficie, la cual no permanecerá en equilibrio sino en tanto que sea perpendicular á la resultante de todas las fuerzas que la soliciten. Si estas fuerzas fuesen solo las de la gravedad, la superficie será horizontal, y plana si su extensión no es muy considerable. Supongamos un vaso (fig. 45) en que la superficie del líquido sea AB; las moléculas de esta superficie, estando solicitadas por la acción G de la gravedad en una dirección oblicua al plano inclinado, se verificará como sabemos la descomposición en dos fuerzas; una perpendicular al plano, que será destruida por la impenetrabilidad del líquido; y otra paralela con la que descenderán hasta A, elevándose de esta parte el líquido y deprimiéndose en B hasta quedar en la horizontal A'B'.

Aun existe otra condición relativa á los líquidos de densidad diferente, que nos dice que cuando se echan en un mismo vaso, y suponiendo que no tienen acción química sensible, se colocan en el orden de sus densidades, y las superficies de separación son paralelas entre sí. Esto se observa echando en un vaso azogue, agua y aceite, cuyos líquidos se colocan en el orden que van escritos, y sus superficies resultan sensiblemente paralelas.

146. Examinadas las condiciones para el equilibrio de los líquidos, nos dirigimos ahora á examinar las presiones que sufren las paredes de los vasos en que están encerrados. La presión que sufre el fondo de un vaso está dada por el peso

de una columna líquida, cuya base es el fondo considerado, y la altura es la distancia desde el centro de gravedad de la base á la superficie superior ó de nivel, cualquiera que sea la forma del vaso y aun la cantidad de líquido que encierre, siempre que la base y la altura permanezcan las mismas.

Sea para esto un vaso *ABEF* (*fig. 46*) lleno de líquido hasta *ST*; la presión que sufrirá el fondo *AB*, siendo las paredes laterales verticales, como manifiesta la figura, está dada por el peso de la columna líquida que contiene, cuya base es *AB*, y la altura *CD*. Si el vaso tuviese la forma *ABGH*, siendo *MN* el nivel del líquido, la presión sobre el fondo sería aun la misma, porque considerando solidificado todo el líquido comprendido en el espacio *BTN* y el *AMS* nos resultará un vaso igual al anterior, y las partes solidificadas no ejercerán acción alguna sobre la base. Sería la presión la misma en el caso de ser el vaso *AILB*, cuya base y altura permanecen también las mismas; porque en virtud de la igualdad de presión las moléculas que tocan á la pared superior *IL* están solicitadas por la columna líquida que se eleva hasta *D*; y como han de transmitir la presión en todas direcciones, lo verificarán sobre *AB*; y cada una de las partes del fondo se hallará oprimida por el peso de una columna líquida, cuya altura será *CD*.

El aparato que sirve para comprobar este principio, que se conoce con el nombre de *paradoja hidrostática*, se compone (*fig. 47*) de un tubo encorvado *AB*; sobre la parte *B* se atorullan sucesivamente vasos de las tres formas; habiendo llenado de mercurio el tubo *AB*, y llenándolos de agua hasta una misma altura, se ve que el mercurio se eleva siempre en *A* la misma cantidad, lo que prueba que se halla igualmente oprimido en los tres casos.

Este principio nos da medios de ejercer sobre una superficie dada, presiones enormes con una corta cantidad de líquido, puesto que bastará dar al vaso la forma del *ABIL* en la *fig. 46*, y hacer que el tubo central tenga gran elevación y poco diámetro, y el efecto será el mismo que si sobre la base propuesta se elevasen paredes verticales á la altura del tubo.

Es necesario no confundir la presión sobre el fondo con la que ejerce el vaso y el líquido sobre el obstáculo en que insiste; pues que si los tres vasos se colocasen sucesivamente en el platillo de una balanza, no queda duda alguna que el peso sería diferente en cada uno de ellos.

147. La presión sobre las paredes laterales está representada por el peso de una columna líquida, cuya base sea la extensión de pared que cubre el líquido, y la altura la distancia del centro de gravedad de la pared á la superficie superior ó de nivel. Sea un vaso *ABMN* (*fig. 48*), en el que supondremos dividido el líquido en capas de igual espesor: la primera ejercerá una presión tanto vertical como lateralmente muy pequeña, puesto que no sufre el peso de otra alguna; la capa siguiente ya ejercerá mayor presión por sufrir y transmitir la de la que tiene sobre sí, y así prosiguiendo: de modo que las presiones, creciendo con la profundidad, la última ejercerá la misma que sobre el fondo. Vemos que las presiones, aunque paralelas y normales á la pared, no son iguales, y que en cada uno de sus elementos solo influye la distancia á que se encuentra de la superficie de nivel; luego la presión está

dada por el peso de una columna líquida, cuya base es *BD* y la altura *GE*, distancia del centro de gravedad *G* de la pared á la superficie de nivel. Esta presión es independiente de las distancias *CD* á que puedan hallarse las paredes, y por lo mismo de la cantidad absoluta de líquido. Siendo la presión perpendicular á la pared, ésta será la dirección que tomará el líquido en el momento de su salida, si imaginamos un orificio practicado en cualquier punto.

## LECCION XXVII.

**Equilibrio de los líquidos en vasos comunicantes.—Aplicaciones de esta propiedad.—Circunstancias que presentan los sólidos sumergidos en los líquidos.—Principio de Arquímedes.**

148. Si echamos un líquido en un tubo de brazos comunicantes (*fig. 49*), el nivel se pondrá en ambos á la misma altura *AB*; porque si imaginamos una lámina líquida en *D*, ésta, para hallarse en equilibrio, ha de sufrir presiones iguales y contrarias, y la columna de líquido que de cada lado la solicita, teniendo una base común que es la lámina considerada, debe por precisión tener igual altura. En esto, y recordando lo ya explicado, no tiene influencia alguna la relación que pueda existir entre la magnitud de los vasos; así que un gran depósito de agua se equilibrará en este sentido con un tubo de un calibre cualquiera, siempre que no sea excesivamente estrecho. En esto está fundado el nivel de agua y la conducción de este líquido en casos determinados.

Si en cada uno de los tubos ó vasos se colocase un líquido diferente, ya entonces las alturas no serían las mismas, hallándose, como mas adelante examinaremos, en razón inversa de sus densidades.

149. Un sólido introducido en un líquido desaloja una parte del mismo igual exactamente á su volumen en razón á la impenetrabilidad, y además pierde de su peso una cantidad igual al peso del líquido desalojado. Fácil es darse cuenta de que debe ser así, imaginando en lo interior del líquido un volumen cualquiera del mismo solidificado, y observando que sufrirá presiones sobre todas sus caras que le forzarán á estar en equilibrio, como anteriormente lo estaba, sin convertirse en sólido, en el supuesto que por esta acción su densidad permanezca la misma. Si en vez del líquido solidificado se supone un cuerpo sólido cualquiera, le sucederá exactamente lo mismo; pero se irá al fondo si pesa mas que el volumen de líquido desalojado, permanecerá en equilibrio si pesa lo mismo, y se dirigirá á la superficie para flotar ó nadar cuando pese menos. Esto nos dice, como ya sabemos, que hay una presión de abajo arriba que hasta puede hacerse preponderante, como sucederá cuando el cuerpo pese menos que el volumen que desaloja; y como estar solicitado, en este sentido es pesar menos, los cuerpos pierden por su inmersión en un fluido una parte de su peso representada por lo que pesa el volumen de fluido desalojado.

Para comprobar esta propiedad se pone en equilibrio en una balanza (fig. 50) un aparato que consta de dos cilindros metálicos, suspendidos uno de otro, el inferior macizo y el superior hueco, de modo que sea el molde exacto del otro. Se introduce el inferior en el agua, é inmediatamente el equilibrio se altera, y para restablecerle no hay mas que llenar de agua el cilindro hueco, es decir, añadir un cilindro de agua igual exactamente al inferior, lo que nos dice que ésta es la cantidad que expresa su pérdida de peso.

150. Este principio, debido á Arquímedes, da lugar á numerosas aplicaciones, de las que veremos la principal en la lección siguiente. En el caso de que el cuerpo pese menos que el volumen de líquido desalojado, la presión de abajo arriba, haciéndose preponderante, el cuerpo se dirigirá á la superficie, donde flotará y quedará en equilibrio cuando la presión de arriba abajo sea igual á la de abajo arriba; esto es, cuando el peso del cuerpo sea igual al del volumen desalojado; y como éste será menor que el del cuerpo en razon á que para flotar ha de haber una parte del mismo dentro y otra fuera del líquido, decimos que los cuerpos flotantes desalojan una porción de líquido, cuyo peso es igual al suyo. Este principio, que es solo una consecuencia del anterior, da lugar también á aplicaciones del mayor interés, fundándose en el mismo la navegación en general.

### LECCION XXVIII.

#### Aplicaciones del principio de Arquímedes á la determinación de las densidades de los cuerpos.—Procedimientos diversos sin el empleo de los arcómetros.

151. Hemos dado el nombre de masa á la suma de las moléculas que componen un cuerpo; y esta masa ó cantidad de materia, referida á la unidad de volumen, es lo que llamamos densidad.

Las densidades por lo mismo no pueden determinarse de un modo absoluto, sino solo relativamente á un cuerpo que se toma por unidad; este cuerpo es el agua destilada y á su maximum de densidad; al cual se ha dado la preferencia por la facilidad de obtenerla en todas partes y en igual grado de pureza, además de la comodidad que ofrece para procurarse volúmenes iguales á los de los cuerpos cuya densidad se busca.

Los pesos de los cuerpos, siendo proporcionales con las masas, y deduciéndose de la definición misma de la densidad, que es la relacion entre la masa y el volú-

men, tendremos  $D = \frac{P}{V}$ , de donde  $P = VD$ . Supongamos otro cuerpo cualquiera,

y será  $P' = V'D'$ , y formando proporcion  $P : P' :: VD : V'D'$ , lo que nos dice que los pesos de dos cuerpos son entre sí como el producto de sus volúmenes por las densidades. Si los volúmenes fuesen iguales, sería  $P : P' :: D : D'$ ; esto es, que

los pesos serán como las densidades. Si fuesen las densidades iguales, los pesos serían como los volúmenes  $P : P' :: V : V'$ , y finalmente si los pesos fuesen iguales  $P = P'$  tendríamos  $VD = V'D'$ , de donde  $V : V' :: D' : D$ , que nos dice que los volúmenes se hallarian en razon inversa de las densidades.

152. Para averiguar la densidad de un cuerpo cualquiera, todo estará reducido á tener volúmenes iguales del cuerpo que se toma por unidad y del propuesto, y la relacion de sus pesos será la de las densidades. Supongamos un cuerpo sólido cuya densidad buscamos: le pesaremos cuidadosamente empleando el método de las dobles pesadas, en seguida tomaremos un frasco de boca ancha lleno de agua destilada y á su maximum de densidad, y colocándole en el platillo en que se halle el cuerpo, haremos un nuevo peso con ambos á la vez; verificado esto, introduciremos el cuerpo dentro del frasco, y hará derramar evidentemente un volumen de agua igual al suyo, lo pesaremos de nuevo, y faltará exactamente el peso del agua que se ha derramado, así es que esta falta nos dice precisamente el peso de un volumen de agua igual al del cuerpo. Con estos datos diremos  $p'$ , peso del agua, es á  $p$ , peso del cuerpo, como 1, densidad del agua, es al cuarto término que

nos dará la densidad buscada, es decir,  $p' : p :: 1 : x$ , de donde  $x = \frac{p}{p'}$ . Vemos pues

que todo está reducido á dividir el peso del cuerpo por lo que pesa un volumen igual de agua. De aquí ha tomado origen la denominacion de pesos específicos con que se designa vulgarmente esta operacion. La determinacion del volumen del agua puede obtenerse por el principio de Arquímedes, pesando el cuerpo dentro del agua y averiguando lo que pierde de su peso, cuyo procedimiento ahorra una operacion ó peso comparado con el anterior.

Si el cuerpo fuese menos denso que el agua, ó como vulgarmente se dice, mas ligero, sería necesario para obligarle á que se introdujese en el líquido, añadirle otro cuerpo mas denso, teniendo en cuenta lo que este cuerpo adicional pesase en el aire y en el agua para descontarlo del total. Si fuese capaz el cuerpo propuesto de embeber agua, se le pesaría en el aire, y luego se le dejaría en contacto con el agua el tiempo suficiente para que embebiese cuanta fuese dable, y pesándole en seguida, sabriamos la cantidad que habríamos de descontar de la que desalojase, introduciéndole en el líquido; sin embargo, como no es fácil asegurarse de que todos los poros se han llenado, el medio mas exacto sería reducir el cuerpo á polvo, y verificar la operacion, teniendo cuidado de hacer hervir un poco el agua para desalojar el aire que siempre habrá entre las partículas del mismo.

Si el cuerpo se alterase por su immersion en el agua, tendríamos necesidad de emplear otro líquido que no ejerciese accion sensible sobre el mismo; se procedería enteramente del mismo modo que con el agua, y diríamos  $p''$ , peso del líquido, es á  $p$ , peso del cuerpo, como  $d$ , densidad del líquido, es al cuarto término que da la

densidad buscada; esto es,  $p'' : p :: d : x$ , y de aquí  $x = \frac{p}{p''} \times d$ . Está reducida la operacion á dividir el peso del cuerpo por el de un volumen igual del líquido em-

pleado, y multiplicar esto por la densidad del mismo líquido, lo cual nos dará la densidad del cuerpo con relación al agua.

133. La determinación de las densidades de los líquidos se verifica en general del mismo modo, y tomando también el agua por unidad. Para tener volúmenes iguales de agua y del cuerpo propuesto, se tomarán dos vasijas, exactamente iguales, ó mejor, una misma, que se pesará llena sucesivamente de los dos líquidos, descontando siempre el peso del vaso, en cuyo caso tendremos volúmenes iguales y pesos diferentes, procediendo en estos datos absolutamente del mismo modo que hemos explicado para los sólidos.

En estas investigaciones hay que tener en cuenta la temperatura, y hacer por consiguiente correcciones, de que nos ocuparemos al tratar del fluido imponderable llamado calor.

Para la determinación de la densidad de los gases hay que proceder sensiblemente como con los líquidos, á diferencia del cuerpo tomado por unidad, que es el aire, atmosférico en este caso, pero teniendo en cuenta las correcciones de temperatura y de presión, de que nos ocuparemos en otro lugar.

Al explicar la compresibilidad de los sólidos hicimos notar la casi imposibilidad de obtenerla directamente; pero decíamos que era propiedad que les correspondía, porque al ser batidos ó oprimidos aumentaban de densidad: ahora puede juzgarse ya de la importancia y exactitud de la prueba, puesto que aumentar la densidad solo puede conseguirse disminuyendo el volumen, y disminuir de volumen es lo que constituye la compresibilidad.

## LECCION XXIX.

### Teoría y aplicación de los areómetros, sean de volumen constante ó de volumen variable.

154. Los *areómetros* son aparatos flotantes que sirven para determinar las densidades de los líquidos en general. Entre los aparatos diversos que se conocen bajo esta denominación, merece el lugar preferente el debido á Fahrenheit: se compone (fig. 51) de un cilindro hueco A de vidrio que lleva en su parte inferior una capacidad B llena de mercurio, á fin de que flote verticalmente, y en su parte superior una varilla delgada terminada por una cápsula pequeña. Se le hace flotar en agua destilada, obligándole á introducirse hasta que la señal D, trazada en la varilla, coincida con la superficie de nivel, lo cual se llama enrasar, para lo cual será necesario colocar pesos conocidos en la cápsula: en este estado desalojará un volumen de agua, cuyo peso será el del aparato, mas los pesos colocados en la parte superior. Se le hace flotar é introducirse hasta la misma señal en el líquido, cuya densidad se busca, para lo cual serán necesarios pesos diferentes de los anteriores, y esto nos dará el peso de un volumen de líquido igual al anterior, pues que el aparato se ha sumergido hasta la misma señal: teniendo pues volúmenes iguales y pesos diferentes, será fácil deducir la densidad del líquido por el mismo medio explicado en la lección anterior.

155. Una ligera modificación en el aparato descrito le hace á propósito para

la determinación de las densidades de los sólidos. El aparato (fig. 52) se compone de un cilindro hueco de metal A, llevando en su parte inferior un cono B invertido y lleno de plomo para que sirva de lastre, y en su parte superior una varilla delgada con la cápsula C y la señal de enrase D, como en el areómetro anterior. Para hacer uso de este aparato se empieza colocando pesos en C hasta que enrase, se quitan luego estos y se coloca el cuerpo, añadiendo los pesos que sean necesarios para que el enrase se verifique nuevamente, y estarémos seguros de que la diferencia entre los pesos colocados en ambas ocasiones nos expresa fielmente lo que el cuerpo pesa en el aire. Quitaremos de C el cuerpo, dejando los pesos que le acompañaban, y le colocáremos en E, sujetándole con el tornillo F: en este caso encontrándose el cuerpo dentro del agua, no enrasará el aparato si no colocamos en C nuevos pesos que nos diran lo que el cuerpo ha perdido por su inmersión en el líquido. De modo que con este aparato, llamado *gravímetro de Nicholson*, conocemos en los sólidos su peso en el aire y en el agua, que son los datos necesarios para averiguar su densidad. Estos aparatos son de volumen constante, puesto que se introducen siempre hasta una misma señal.

156. Pueden construirse areómetros de volumen variable para la determinación de las densidades de los líquidos. Se componen (fig. 53) de un cilindro de vidrio hueco A, lastrado convenientemente para que en el agua se introduzca hasta la mitad B de la varilla. Si dividimos la varilla en partes iguales y alícuotas del volumen del aparato, no ofrecerá dificultad la determinación de las densidades. Introduciéndole en agua destilada, sabemos que se sumergirá hasta B, y haciéndolo en el líquido, cuya densidad buscamos, se introducirá mas, si el líquido es menos denso, y menos en el caso contrario; las señales de la varilla no dirán los volúmenes desalojados, y como el peso será el mismo siempre, puesto que será igual al del aparato: y cuando esto se verifica, los volúmenes se hallan en razón inversa de las densidades: estableciendo la proporción tendremos la densidad buscada.

La disposición de los areómetros que preceden, siendo difícil de disponer hasta cierto punto, y exigiendo al mismo tiempo bastantes correcciones, se ha adoptado otra división en el aparato, que si bien no sirve en rigor para dar la densidad de los líquidos, sirve para indicarnos el grado de pureza, de mezcla ó de concentración de estos cuerpos, de donde les ha venido el nombre de *pesa-licores*, *pesa-sales*, *pesa-ácidos* etc., según el cuerpo para que se han dispuesto.

El *areómetro de Beaumé* se halla lastrado de manera que se introduzca en el agua destilada hasta la extremidad superior del vástago, en cuyo punto coloca el cero. Le introduce en seguida en una disolución de 85 partes de agua y 15 de sal marina, marcando 15 en el punto del vástago que corresponda á la superficie de nivel, dividiendo en 15 partes iguales la distancia que le separa del cero y prolongando estas divisiones hasta el cilindro.

Este aparato, según ya hemos indicado, no da las densidades de los líquidos, pero introduciéndole en diferentes disoluciones de una misma sal, se conocerá la mas saturada, y por consiguiente mas densa, porque será aquella en que el flotador se introducirá menos, sucediendo una cosa igual respecto de los ácidos. Este areó-

metro se introduce hasta 66° en el ácido sulfúrico concentrado, y se sumergirá tanto mas cuanto el ácido sea menos denso ó contenga mayor cantidad de agua.

Siendo de mucho interés en el comercio conocer la cantidad de alcohol que contienen los líquidos espirituosos, Beaumé ha adoptado para conseguirlo la graduación siguiente: introduce el aparato en una disolución de 90 partes de agua y 10 de sal marina, y marca cero en el punto que toca á la superficie líquida. Le sumerge en seguida en el agua destilada y marca 10 en el punto de enrase, divide el espacio comprendido entre ambos puntos en 10 partes iguales, y prolonga las divisiones hasta la parte superior de la varilla. Un licor tendrá tanto mas alcohol cuanto mas se introduzca la varilla; así el comun marca 35° y el alcohol puro 45°. Otro pesalicores se usa, debido á Cartier, cuya division ó graduación tiene distinta colocación.

Debemos á Gay-Lussac otro areómetro, que indica el volumen de alcohol que se halla en una mezcla de este líquido y de agua, por la sola inspección del grado ó punto de enrase. Para graduarse se le introduce en alcohol puro, lastrándole de modo que el nivel del líquido coincida con la extremidad superior de la varilla, y marcando 100 en este punto, se hacen mezclas de agua y de alcohol que contengan 95, 90 etc., hasta 0 partes en volumen del segundo; para 5, 10, 15 etc., hasta 100 de la primera, y en los puntos de enrase se marcará 95, 90, 85, 80 etc., hasta 0, dividiendo luego cada uno de estos intervalos en 5 partes iguales. Este aparato nos da las centésimas partes de alcohol puro en una mezcla de este líquido y de agua. Supongamos que un volumen de 180 cuartillos, el instrumento marca 50; esto nos dice que la parte de alcohol puro es solo de  $180 \div 0,50 = 90$  cuartillos.

Este aparato necesita correcciones que se refieren á la temperatura, pues que ésta hace variar las densidades de los líquidos; así que el mismo punto de enrase en dos temperaturas distintas no indica el mismo volumen de alcohol. El autor ha construido tablas para poder verificar cómodamente estas correcciones.

### LECCION XXX.

**Movimiento de los líquidos.—Salida por orificios practicados en pared delgada.—Reaccion que produce la salida.—Determinación del gasto ó cantidad del líquido derramado.**

157. Siendo la movilidad una propiedad general de los cuerpos, y comprendiendo á los líquidos por lo tanto, estos adquieren un movimiento siempre que las fuerzas que lo solicitan no se encuentran destruidas por obstáculos invencibles para ellas. Así es como se verifica la salida de un líquido por un orificio practicado en alguna de las paredes de un vaso; porque faltando un trozo de esta pared la presión que sufría, no estando ya destruida, producirá su efecto sobre las moléculas de líquido que la tocaban: y como el sitio que éstas dejan ha de ser ocupado

por las inmediatas, y el que éstas abandonen por las siguientes, y así prosiguiendo en virtud de lo que ya sabemos respecto á las presiones ejercidas y á la movilidad de los líquidos, la salida no cesará hasta agotarse el líquido si el orificio se halla en el fondo y éste es plano y horizontal, ó hasta que el nivel deje descubierto el orificio en el caso de hallarse éste en pared lateral.

158. La velocidad con que un líquido sale por un orificio es igual á la que adquiriría un cuerpo grave cualquiera cayendo libremente en el vacío de una altura igual á la que tiene la superficie de nivel sobre el orificio. Este teorema, debido á Torricelli, se demuestra fácilmente considerando un vaso A (fig. 54) lleno de líquido hasta DE, y en cuyo fondo hay un tubo provisto de una llave C que se encorva paralelamente á la pared lateral del vaso, cuya altura iguala. Si abrimos la llave C, el líquido, por lo ya explicado, se elevará hasta F exactamente; luego las moléculas que estaban inmediatas á la llave, han sido, ó mejor se hallaban solicitadas por una fuerza capaz de hacerlas elevar hasta F; y como para elevarse á una altura dada se necesita una velocidad igual á la que sería adquirida cayendo de igual altura, tenemos que la velocidad de la salida de los líquidos está dada del modo que dice el enunciado de la proposición.

Si imaginamos un vaso lleno de líquido, y libremente suspendido de un hilo, perderá la posición vertical en cuanto se haga en el vaso una abertura lateral y el líquido empiece á salir por ella. Supongamos un vaso A [fig. 55] suspendido del punto C y con una abertura lateral: faltando la presión en la parte del orificio, la ejercida en dirección contraria se hace preponderante y obliga al vaso á tomar la posición B; de modo que si fuesen dos vasos invariablemente unidos, y cuyas aberturas estuviesen opuestas, tomaría el aparato un movimiento de rotación en virtud del par de fuerzas que se produciría, dando lugar á la máquina conocida con el nombre de molino de reaccion.

159. La cantidad de líquido derramado, ó como acostumbra á decirse, el gasto pende necesariamente de la presión que sufre el orificio, ó en otros términos, de la velocidad; pende tambien de la magnitud del orificio, y del tiempo que el líquido esté saliendo. En la unidad de tiempo saldrá un prisma líquido cuya base será el orificio y cuya altura será el espacio que la primera lámina de líquido haya corrido durante esta misma unidad; esto es, la altura será la velocidad. En T unidades saldrán T prismas iguales al primero, de modo que el gasto será  $G = SVT$ , llamando S la superficie del orificio, V la velocidad y T el tiempo.

Para que la salida sea uniforme es necesario que la velocidad V sea constante; y como ésta pende únicamente de la altura, será por tanto indispensable para conseguirlo que el nivel del líquido no varíe, lo cual puede obtenerse haciendo llegar al vaso una cantidad de líquido igual á la que se derrama, ó por otros medios que examinaremos. Si al vaso no le llegase líquido alguno, el nivel bajaría, y por tanto la altura disminuiría, y con ella la velocidad, resultando un movimiento retardado; sucediendo lo contrario en el caso de llegar mayor cantidad de líquido que la gastada. Siendo la velocidad en este caso lo que en otro hemos llamado velocidad debida á una altura, será  $v = \sqrt{2gh}$ , y la expresion anterior  $G = ST\sqrt{2gh}$ .

160. Este es el llamado gasto teórico, porque recogiendo el líquido que sale de un depósito, se encuentra siempre una cantidad menor. Proviene esta diferencia de que agrupándose las moléculas á la salida, formando filetes que convergen en todas direcciones en el orificio, se forma un cruzamiento de los mismos, que produce á una distancia igual al semidiámetro del orificio, una seccion que es los  $\frac{5}{8}$  de la del mismo orificio, cuya seccion, que se conoce con el nombre de *contraccion de la vena fluida*, hace que el gasto sea los  $\frac{5}{8}$  del deducido, de modo que la expresion será  $G = \frac{5}{8} ST \sqrt{2gh}$ .

Vemos por lo que precede que si todo es igual en dos vasos, excepto la altura, en razon de la raíz cuadrada de la misma, se verificará el gasto; así un vaso de una altura cuádrupla tardará solo un tiempo doble en vaciarse, respecto de otro cuya altura sea la unidad, y de las cuatro partes en que podemos dividir el líquido que aquel contiene, saldrán tres en el primer período, ó sea en el mismo tiempo que se desocupa el vaso que tomamos por unidad. Sean para esto (*fig. 56*) los tres vasos A, B, C, cuyas alturas son 1, 3, 4; si llenamos de líquido los dos A y C, disponiendo el B de manera que recoja el líquido que salga de C, observaremos, des- tapándolos al mismo tiempo, que el vaso B se llena exactamente en el mismo tiempo que emplea A para desocuparse enteramente; lo que nos dice que han salido del vaso C en este tiempo los  $\frac{3}{4}$  del líquido que contenia; y como si el vaso mayor tuviese una altura representada por 9, saldrían 5 partes en primer período, 3 en el segundo, y la última en el tercero, vemos aparecer la serie de los números impares hallada en otro lugar, lo que nada tiene de sorprendente toda vez que la gravedad es la fuerza que determina la salida del líquido.

Estamisma circunstancia de ser debido el movimiento á la gravedad, explica por qué la vena líquida se adelgaza cuando descende y se ensancha cuando se eleva; en el primer caso descenden las moléculas con movimiento uniformemente acelerado, y, á pesar de la adherencia que tienen entre sí, han de ir por precision adelantándose cada vez mas las que salieron primero respecto de las siguientes, y así continuando, de donde resulta el ahilamiento del chorro ó vena; y en el caso segundo se elevarán con movimiento uniformemente retardado; así que, las que van adelante son empujadas por las que las siguen, de donde resulta el aumento de diámetro ó ensanchamiento de la vena. La vena sin embargo no se adelgazará, aun cuando se dirija de alto á bajo, si los bordes del orificio no están bien limpios, ó si el líquido se halla agitado en lo interior del vaso.

### LECCION XXXI.

#### Salida por tubos adicionales de diferentes formas.—Salida por tubos largos.

161. Si en el orificio de salida de un líquido se coloca un tubo adicional que no exceda en longitud del cuádruplo del diámetro próximamente, las condiciones de la salida se hallan notablemente alteradas. La contraccion y direccion de la vena

permanecen las mismas; pero suponiendo al tubo cilíndrico y del mismo diámetro que el orificio, la velocidad aumenta y con ella la cantidad de líquido que sale en un tiempo dado, en la relacion de 133 á 100, siempre que el líquido moje al tubo. No es difícil darse cuenta del efecto que el tubo cilíndrico produce, porque la adherencia de las moléculas líquidas con las paredes interiores hacen que salga la vena llenando el tubo, ó como suele decirse, á boca llena, presentando un diámetro mayor del que tendria en ausencia del tubo que consideramos.

Si el tubo fuese cónico (*fig. 57*) y la base menor se apoyase en el orificio, el gasto aun estaria aumentado, pudiendo llegar este aumento hasta una mitad. Si el tubo cónico apoyase su base mayor en el orificio (*fig. 58*), el gasto se hallaria disminuído respecto del que seria quitando el tubo y dejando libre el orificio A; pero estaria aumentado comparado con el que tendria lugar siendo B el orificio practicado en pared delgada. De aquí resulta que la disposicion mas ventajosa, y que puede llevar el gasto próximamente al doble, es un tubo que reúna los dos de que últimamente nos hemos ocupado (*fig. 59*), es decir, dos tubos cónicos, cuya base menor es comun para ambos.

162. Los surtidores ó saltadores son tubos de salida que arrojan el agua vertical ó oblicuamente á la altura teórica del depósito; y decimos altura teórica, porque los rozamientos con las paredes y con el aire, á lo que se agrega, cuando el surtidor es vertical, el choque de las moléculas que descenden con las que se elevan, produce siempre una disminucion en la altura respecto de la del depósito.

163. La salida por tubos largos ó de conduccion se halla disminuida por causa del rozamiento que el líquido produce sobre las paredes de los tubos: así que se procura siempre darles una inclinacion que compense hasta donde sea posible el efecto que el rozamiento produce. Es ventajoso en estos tubos darles un diámetro tal que nunca los llene el líquido, en cuyo caso la velocidad no se halla tan disminuida; pero esto produce gastos considerables siempre que se excede del límite que la prudencia y la necesidad deben señalar.

La marcha de las aguas por rios y por canales se refiere al caso de tubos de conduccion abiertos por su parte superior; el rozamiento con el fondo y con las paredes retrasa el movimiento; pero una vez el régimen establecido, deben producir en su término ó desembocadura la misma cantidad de líquido y con las mismas circunstancias que la recibieron en la entrada. La velocidad máxima se halla en el medio de la corriente, pero mas abajo de la superficie, pues que en ésta todavia el rozamiento con el aire disminuye la velocidad. Debiendo en estos sistemas de conduccion pasar en cada seccion vertical la misma cantidad de líquido y en el mismo tiempo, el movimiento se acelera donde la corriente se estrecha, y por el contrario, es mas lento en donde se ensancha; de aquí resulta una mayor erosion sobre el fondo en el primer caso, y por lo mismo un aumento de profundidad; y en el segundo por el contrario resulta la elevacion sucesiva del fondo por el depósito de masas que la corriente arrastra con mucha dificultad.

Las presiones que sufren las paredes de los tubos cuando el líquido está en movimiento es muy diferente de la que las corresponderia en el caso de equilibrio. Si la velocidad del líquido es la que le corresponde respecto á la altura del depósito,

las paredes del tubo no sufren ninguna presión; pero la sufrirán cada vez mas considerable á medida que los rozamientos vayan disminuyendo la velocidad. En el caso de ser la velocidad mayor de lo que corresponde, la presión tiene lugar de fuera adentro, de modo que abriendo un orificio, no solo el agua no sale, sino que entra el aire exterior, produciendo una especie de silbido.

### LECCION XXXII.

#### Determinación del peso y elasticidad del aire.—Pruebas de la presión atmosférica en todos sentidos.

164. Los fluidos aeriformes ó gases sabemos que se diferencian de los sólidos y líquidos por el estado de repulsión entre sus moléculas y por su perfecta elasticidad. La tierra se halla rodeada de una capa de aire de cosa de 14 leguas de altura vertical, lo cual es bien poca cosa comparado en la magnitud del radio terrestre: esta capa de aire, que denominamos atmósfera, gira con la tierra, porque si así no fuese, sufrirían los cuerpos situados en la superficie terrestre el mismo choque que si, estando la tierra en reposo, la atmósfera girase con la misma velocidad que aquella.

El aire es un fluido pesado, de lo que podemos asegurarnos tomando un globo de vidrio provisto en su cuello de una llave destinada á establecer ó interceptar la comunicación entre lo interior y lo exterior; se le pesa lleno de aire y después se le extrae éste por medio de la máquina neumática; se le pesa de nuevo, y se ve la disminución de peso que ha sufrido.

Puede también asegurarse que es un cuerpo pesado, viendo que el principio de Arquímedes se verifica en los gases del mismo modo que en los líquidos. Para esto se toma una pequeña balanza (*fig. 60*), que lleva dos esferas de igual masa, pero de volumen diferente, y que se hacen equilibrio, la esfera A maciza y la B hueca: colocado este aparato bajo una campana en la máquina neumática, y haciendo el vacío, el equilibrio se altera en favor de la esfera B, porque al quitar el aire podemos decir que cada una gana lo que perdía por su inmersión en este fluido, y por lo tanto B, cuyo volumen es mayor, sufre mayor pérdida, por lo que recuperará, podemos decir, una cantidad mayor y su peso se hará preponderante.

De aquí resulta la necesidad de emplear para la averiguación del peso del aire una vasija de paredes resistentes, pues que si empleásemos una de paredes flexibles, como por ejemplo una vejiga, hallaríamos el mismo peso cuando estuviese llena de aire que cuando no contuviese un solo átomo de fluido. Efectivamente el peso de la vasija es el mismo, contenga ó no fluido, pero en el caso de ser flexible, las paredes se unen y no desaloja, como siendo resistentes, el mismo volumen de aire; de forma que si bien le falta el peso del aire interior, también le falta la pérdida de peso que debía sufrir por su inmersión en el fluido conservando el volumen primitivo.

165. Si queremos convencernos del estado de repulsión de las moléculas en los fluidos aeriformes y de la razón con que se los denomina fluidos elásticos, to-

maremos una vejiga á medio llenar de aire, y atado fuertemente el cuello, la introduciremos debajo de una campana en la máquina neumática; á medida que el aire se vaya extrayendo, veremos á la vejiga irse llenando por la expansión del fluido interior, hasta llegar á estallar si continuamos la operación; y si después de bien tensa dejamos entrar el aire, veremos que vuelve á quedar con el volumen primitivo.

De todo lo expuesto se deduce que el aire ejerce presiones en todos sentidos; y nada hay más fácil de hacer constar experimentalmente. Se toma un vaso abierto por su parte inferior, y cerrado por la superior con un pedazo de vejiga, se practica por medio de la máquina neumática el vacío en lo interior del vaso, y se ve á la presión de la atmósfera exterior, no estando equilibrada por el aire interior, ir encorvando la vejiga, y concluir haciéndola estallar. Este aparato es el llamado rompe vejigas.

Para hacer ver que ejerce presión de abajo arriba tomaremos un vaso comun de boca no muy ancha, introduciremos agua, le cubriremos con una hoja de papel, la cual oprimiremos con la mano en tanto que invertimos la vasija, y dejando libre el papel, en seguida veremos que el agua se mantiene suspendida.

### LECCION XXXIII.

#### Medios de medir la presión de la atmósfera.—Barómetros de diversas formas.

166. Sabiendo ya que la atmósfera ejerce presiones iguales en todos sentidos, se trata ahora de verificar la medida de esta presión. Galileo, de quien ya en otra ocasión nos hemos ocupado, entrevió que la presión del aire atmosférico era la causa de la elevación del agua en las bombas y en toda capacidad purgada de aquel fluido; propiedad que en su tiempo se atribuía á un pretendido horror de la naturaleza al vacío. Torricelli, discípulo de Galileo, fué el que descubrió la medida de la presión atmosférica, observando que los diferentes líquidos se elevaban en el vacío hasta una altura que estaba en razón inversa de sus densidades; cuando si la causa fuese el horror al vacío, la altura de los líquidos debería ser la misma para todos, y además sería indefinida.

El experimento se verificó llenando un gran tubo de treinta y seis pies de largo y cerrado por uno de sus extremos con vino comun; se le cerró cuidadosamente se le puso vertical con la abertura en la parte inferior, se introdujo ésta en una vasija llena del mismo líquido, y destapándola se vió que el tubo no permanecía lleno ni tampoco caía todo el líquido en la vasija, sino que permanecía á una altura de algo mas de 32 pies.

Faltaba repetir el experimento con líquidos de densidades diferentes, y verificado que fué con el mercurio, se sostuvo la columna líquida á solas 28 pulgadas. De manera que al ver que la columna líquida tenía un límite, quedaba destruido el horror al vacío y demostrada la presión de la atmósfera; y al ver que las alturas de

diferentes líquidos están en razon inversa de las densidades, quedó medida la misma presión.

Para que ningun género de duda pudiese quedar acerca de esta cuestion, se discurrió el elevarse á diferentes alturas con un aparato dispuesto segun va dicho. cuyo experimento se practicó en Puy-de-Dome á invitacion de Pascal: el resultado fué el ir descendiendo la columna mercurial á medida que la altura á que el observador se elevaba era mas considerable; lo que debia efectivamente suceder, puesto que en alturas como las que suponemos, la columna de aire que hay encima va teniendo cada vez menos altura, y por lo mismo va ejerciendo menos presión.

167. El aparato que dejamos descripto es el que se conoce con el nombre de barómetro, para la construccion del qual hay que observar varias precauciones. Se toma un tubo de vidrio de una vara próximamente de largo, cerrado por uno de sus extremos, y de un diámetro de dos líneas con corta diferencia, se le limpia y seca cuidadosamente en su interior, calentándole para que se disipe toda la humedad que se adhiera tenazmente á las paredes del tubo; hecho esto, se le llena con mercurio muy puro, verificando la operacion en tres ó cuatro veces y calentándole en cada una para que se desaloje el aire que haya podido arrastrar el mercurio en su entrada: lleno ya enteramente, se le tapa con el dedo índice ó el pulgar, y se le invierte introduciendo la parte abierta del tubo en un vaso con mercurio igualmente puro, el cual recibe el nombre de cubeta; en seguida se le destapa y una parte del mercurio cae á la cubeta, quedando suspendida una columna que mide la presión de la atmósfera en el paraje y en el momento en que el barómetro ha sido construido (fig. 61). La parte superior del tubo, llamado cámara barométrica, es un vacío perfecto en que no hay un solo átomo de aire si, como suponemos, el aparato se ha construido con esmero.

Vemos que en el fondo el barómetro es un tubo de brazos comunicantes, habiendo mercurio en el uno y aire atmosférico en su estado normal en el otro: de forma que la columna de mercurio mide exactamente la presión buscada.

Si la presión de la atmósfera fuese constante, el aparato, marcando constantemente la misma altura, solo sería un experimento transitorio que serviría para manifestar el peso de la atmósfera, pero del que ningun otro partido podria sacarse: pero variando la presión atmosférica con la altura del paraje en que nos encontremos y en un mismo sitio, en virtud de causas que mas tarde hemos de examinar, el barómetro es uno de los mas preciosos aparatos que posee la ciencia, y por lo tanto es necesario que todos ellos sean comparables.

Para medir exactamente la altura barométrica es necesario colocar al lado del tubo una escala dividida en pulgadas y líneas, cuyo cero ha de coincidir exactamente con la superficie AB del mercurio en la cubeta. Como el nivel en esta cubeta variará con la altura del barómetro, elevándose cuando sea menor la altura en el tubo, y al contrario, el cero quedará frecuentemente mas alto ó mas bajo del nivel con el que en todos los casos es indispensable hacerle coincidir; entre los varios caminos que pueden seguirse para remediar esta dificultad, el que con mejor éxito se ha empleado consiste en hacer que el fondo de la cubeta sea movable, dis-

poniéndole de modo que por medio de un tornillo se le obligue á descender ó elevarse, lo que producirá igual variacion en el nivel, y se podrá conseguir la coincidencia.

168. Se puede disponer el barómetro sin cubeta aparente (fig. 62) encorvando el tubo en su parte inferior, en cuyo caso tenemos el *barómetro de sifon*. En este aparato sirve de cubeta la rama mas corta, y la altura barométrica se mide por la diferencia de la altura del mercurio en las dos ramas; y para conseguir con facilidad la estimacion de esta diferencia, se coloca una escala en cada rama, cuyo cero se halla sobre una recta AB; estando reducida la operacion á restar la altura menos de la mayor.

Para trasportar los barómetros, de modo que no sufran alteracion, se les inclina de modo que se llene el tubo completamente, se cierra por medio de una llave dispuesta al efecto la comunicacion con el aire exterior, y se invierte completamente el aparato. El barómetro (fig. 63), debido á Gay-Lusacc, es de sifon, y puede trasportarse sin necesidad de llave ninguna; el brazo corto se halla cerrado, quedando solo un orificio A muy pequeño para que entre el aire á ejercer su presión; la parte BC está formada por un tubo muy estrecho, y dispuesto de modo que, suspendido el aparato libremente, el centro de gravedad se halle en la prolongacion del eje del brazo mayor; este barómetro para el transporte no necesita mas que inclinarse para que el tubo se llene, é invertirse en seguida.

Aunque no sirve para operaciones delicadas, no se debe pasar en silencio el tan comun *barómetro de cuadrante* (fig. 64), el cual no es mas que un barómetro de sifon, uniéndose á él en la montura del aparato una polea fija A, de la que por medio de un hilo penden dos pesos B y C, de los que el primero debe ser un poco mayor que el segundo: el peso B se introduce en la rama mas corta y descansa sobre la superficie del mercurio, de modo que en las variaciones de ésta el cuerpo B siguiéndolas por precisión, hace que la polea gire en uno ú otro sentido, lo que se hace sensible por medio de una aguja DE, que gira con la polea y marca en una circunferencia convenientemente dividida las variaciones del instrumento.

#### LECCION XXXIV.

##### Aplicaciones mas importantes del barómetro.—Construccion física de la atmósfera.

169. El barómetro sufre variaciones ó cambios en la elevacion de la columna mercurial, que son los que podemos decir que constituyen la importancia de este aparato. Estas variaciones son *horarias ó periódicas y accidentales*; las primeras, aunque no muy sensibles en nuestros climas, se verifican de modo que la altura de la columna mercurial sufre dos máximos y dos mínimos en las 24 horas del día; siendo los primeros de 8 á 9 de la mañana, y de 9 á 11 de la noche, y los mínimos de 3 á 4 de la tarde, y á iguales horas de la mañana. Estas horas cambian en los

diversos países y en las diferentes estaciones, por cuya razón van designadas con algun tanto de vaguedad.

Las variaciones accidentales provienen de los cambios que la atmósfera sufre en su densidad, y por consiguiente en su peso, por la acción de causas que, dependiendo principalmente de la temperatura, no ha llegado aun el momento de explicarlas en estas lecciones.

La altura media del barómetro depende de la elevación que sobre el nivel del mar tenga el punto que consideramos; esta altura media, que acostumbra á designarse con el nombre de *variable*, es de 28 pulgadas francesas al nivel del mar, es decir, en el paraje en que el rádio terrestre no está prolongado. Para determinar la altura media de un paraje dado, es necesario emprender una serie de observaciones largas y penosas, pues que habremos de averiguar la altura media de los diferentes días para venir á deducir la del mes, y de aquí la del año. Para conocer la variable del día, basta verificar cuatro observaciones: á las 9 de la mañana, al mediodía, á las cuatro de la tarde y á las 9 de la noche, y tomar el medio entre ellas; pero es suficiente en nuestros climas una sola observación practicada al mediodía. Reunidas las observaciones de los días del mes, y dividiendo por el número de ellos, se tendrá la altura media del mes, y por igual procedimiento se conocerá la del año, que de uno á otro presenta muy leves alteraciones: así se conoce la variable ó altura media de Madrid, estimada en 25 pulgadas francesas, iguales á 30 castellanas.

Se ha observado que en general el descenso del barómetro indica lluvia, vientos ó tempestad, y que la subida coincide con lo que llamamos buen tiempo; y aun cuando estas indicaciones no merezcan tanta confianza como el vulgo las atribuye, no merecen tampoco despreciarse, y mucho menos pasar ignoradas y desapercibidas; los artistas tienen cuidado de marcar estas indicaciones al lado de la escala del aparato.

170. El barómetro no solo es, como hemos visto, un instrumento meteorológico, sino que puede darnos la distancia vertical ó altura respectiva de dos puntos dados por la dependencia que existe entre esta altura buscada, y la que en los parajes dados podemos observar en el barómetro. Si la atmósfera tuviese la misma densidad á todas las alturas, la operación propuesta sería sumamente fácil, porque no habría mas que medir la altura del mercurio en ambas estaciones, y averiguar qué altura correspondería á una columna de aire capaz de sostener una de mercurio igual á la diferencia entre las observadas, lo que daría inmediatamente la altura del paraje que tratamos de conocer; pero la atmósfera, no teniendo la misma densidad en sus diferentes capas en razón á la compresibilidad del fluido, determinada en cada una por la presión de las que tiene sobre sí, hace que la operación sea un poco mas difícil y complicada.

Si recordamos la ley de Mariotte, relativa á la compresibilidad de los gases, y de la cual se deduce que las densidades se hallan en razón directa de los pesos comprimidos, notaremos que si imaginamos la atmósfera dividida en capas, éstas formarán una progresión aritmética, y las densidades de estas mismas capas darán lugar á una geométrica. Siendo estas densidades proporcionales como hemos visto

á las presiones, que son las que nos da el barómetro, podemos asegurar que, formando las alturas de la atmósfera una progresión aritmética, las alturas del barómetro forman una geométrica.

Cuando tenemos dos progresiones, una aritmética que se corresponde con otra geométrica, los términos de la primera se dice son los logaritmos de los de la segunda; de donde resulta que las alturas de la atmósfera son los logaritmos de las columnas de mercurio observadas en el barómetro. Vemos pues que la altura de un paraje vendrá representada por la diferencia de los logaritmos de las columnas barométricas medidas al pie y en la parte culminante del sitio propuesto.

Se necesitan además varias correcciones, de que nos haremos cargo mas adelante, tales como la capilaridad y la temperatura.

## LECCION XXXV.

### Máquina neumática. su fundamento y aplicaciones.— Medios de conocer el vacío hecho.—Probeta.

171. La máquina neumática está fundada en la elasticidad del aire, y sirve para verificar el vacío en una capacidad dada.

Supongamos (*fig. 65*) un pistón P que se puede mover á frotamiento en el cilindro ó cuerpo de bomba correspondiente, que lleva un tubo A con su llave en su base inferior, destinado á atornillar en él los vasos, tales como C, en que se desea verificar el vacío, y otro tubo lateral B, también con su llave, y que comunica con la atmósfera. Si el pistón P se eleva, estando abierta la llave A y cerrada la otra, se producirá un vacío en la parte de tubo que el pistón abandona, en el cual en virtud de su elasticidad se precipitará el aire contenido en C; si ahorráramos la llave A y abrimos la B, haciendo en seguida descender el pistón, el aire que se extrajo de C, se hallará obligado á salir por B y esparcirse en la atmósfera; cerrando la llave B y abriendo la A, haremos elevar el pistón, y una nueva cantidad de aire procedente de C ocupará el cuerpo de bomba; y será en seguida forzada á salir por B, habiendo abierto esta llave y cerrado A como anteriormente, y así prosiguiendo hasta donde nos sea posible llevar el vacío deseado.

En vez de llaves pueden adoptarse válvulas (*fig. 66*) dispuestas de modo que la elasticidad del aire abra la válvula A cuando el pistón se eleva, al paso que la presión atmosférica mantiene cerrada la B; y cuando el pistón descende, el aire comprimido cierra la válvula A y abre la B para extenderse en la atmósfera, y así continuando.

Esta máquina no produce vacío mas que cuando el pistón se eleva, pues que el descenso solo sirve para echar fuera del cuerpo de bomba el aire extraído; y como en algunas ocasiones no solo interesa que el vacío sea tan perfecto como es posible, sino la rapidez de su ejecución, se ha discurrido el medio de emplear dos cuerpos de bomba dispuestos paralelamente entre sí, comunicando ambos por su

parte inferior con el aparato de que el aire quiere extraerse; las varillas de los pistones son dentadas para que engranen con los dientes de una rueda que por medio de un manubrio ó palanca determinada determina la ascension de un piston en el momento en que el otro desciende, por cuyo medio se consigue que la extraccion del aire sea continua.

Con el objeto de que el aire no tenga que levantar las válvulas, lo cual cuando el vacío va adelantado suele no ser posible por la poca elasticidad del fluido, se han dispuesto (*fig. 67*) válvulas cónicas A sujetas á una varilla que pasa frotando en el piston, el cual al elevarse levanta la válvula hasta que un tope colocado en lo alto de la varilla choca con la tapa del cuerpo de bomba y detiene su ascenso siguiendo el piston su movimiento frotando con la varilla referida. Cuando desciende, lo verifica con él la válvula A, cerrando el orificio que comunica con el recipiente, y el piston sigue su descenso, frotando como antes en la varilla. La válvula B va embebida en el espesor del piston, y el tubo inferior de salida se encorva para dirigirse á C al centro de un platillo generalmente de vidrio, que recibe el nombre de platina, en el cual se colocan los recipientes, tales como R, en los que se quiere hacer el vacío.

El vacío no puede ser perfecto, aun con las máquinas mejor construidas, en razon á que se dará lugar á una serie indefinida formada por las cantidades de aire extraidas; porque si suponemos que el primer pistonazo saque  $1/6$  del aire total, el segundo sacará  $1/6$  del resto, el tercero  $1/6$  de lo que quede, y así prosiguiendo,

172. Para conocer el vacío hecho puede de preferencia emplearse un barómetro que comunique con el recipiente, el cual empezará á descender desde el primer pistonazo, y nos marcara el vacío perfecto cuando todo el mercurio cayese á la cubeta, esto es, cuando la columna mercurial se redujese á cero; y en un período cualquiera de la operacion la elasticidad del aire estaria medida por la columna de mercurio sostenida. Como no podemos decir que se vacío útil cuando el mercurio se sostiene á mas de cinco pulgadas de altura, se hace un *barómetro truncado* ó *probeta*, que consiste en un tubo BAC (*fig. 68*) encorbado, cerrado en B y abierto en C, teniendo AB la longitud de cinco ó seis pulgadas: la parte AB va llena de mercurio y permanece en tal disposicion por la presion atmosférica que mantendria lleno un tubo aun mas alto, siempre que no excediese de la altura de la columna barométrica correspondiente al paraje en que el experimento se practica. La probeta va unida á la máquina neumática colocada debajo de un pequeño recipiente fijo, en el cual se hace el vacío al tiempo mismo que en los aparatos. El mercurio de la probeta no empieza á descender desde los primeros pistonazos, pero lo verifica sí en cuanto la elasticidad del aire interior no puede equilibrarse con las cinco ó seis pulgadas de mercurio que constituyen la altura total del aparato. Continuando de actuar la máquina, el mercurio seguirá descendiendo en la rama B y elevándose en la C, y en el caso del vacío perfecto deberia quedar á nivel en ambas; pero siempre medirá la tension del aire interior la diferencia de alturas entre las dos ramas.

Las aplicaciones de esta máquina son tan numerosas en los gabinetes de física,

que constituye uno de los aparatos mas indispensables y mas frecuentemente usados; así que nos ha sido indispensable el citarla varias veces antes de haber dado su explicacion, y en lo sucesivo no faltarán ocasiones en que haya que citarla con frecuencia.

Se puede construir una máquina que tenga las válvulas al contrario que la neumática, la cual se empleará en introducir y condensar el aire en un recinto dado. Esta es la máquina de compresion, que tiene usos muy limitados.

### LECCION XXXVI.

#### Bombas para la elevacion de las aguas, su teoria y mecanismo.—Fuente de compresion.—Ídem de Heron.—Pipeta.—Fuente intermitente.

173. Entendida la constraccion de la máquina neumática, pocas palabras bastarán para darse cuenta del mecanismo de las bombas. Imaginemos un cuerpo de bomba (*fig. 69*) con su piston P, en el que va dispuesta una válvula E, que se abre de abajo arriba, y un tubo CD, que parte del centro de la base D del cuerpo de bomba, en cuyo sitio lleva una válvula que se abre como la anterior, y que se prolonga hasta C, bastante mas abajo de la superficie AB del agua del depósito. Suponiendo el piston en D en el punto mas abajo de su carrera, las dos válvulas estarán cerradas y el tubo CD se hallará lleno de aire hasta la superficie del líquido, y de éste en lo restante; si elevamos ahora el piston, un vacío se producirá debajo del mismo, la válvula E permanecerá cerrada por la presion de la atmósfera, y la D se abrirá por la fuerza elástica del aire del tubo que pasará á ocupar el espacio vacío del cuerpo de bomba y determinará la ascension del agua en el mismo tubo en virtud de la presion de la atmósfera. Haciendo descender el piston, el aire se comprimirá, cerrará la válvula D y abrirá la E para salir á la atmósfera; elevando nuevamente el émbolo se sacará otra porcion de aire, y el agua subirá aun mas en el tubo; y así proseguiremos hasta que el agua y no el aire sea el agente que levante la válvula D, y se introduzca en el cuerpo de bomba, en donde oprimida en seguida por el descenso del piston, abrirá la válvula E y pasará á colocarse sobre la cabeza del mismo; elevando ahora el piston elevaremos con él la columna de agua que tenia sobre sí, la que buscará su salida por H; y al mismo tiempo el vacío producido hará que se llene nuevamente de agua la parte inferior del cuerpo de bomba, la cual pasará encima del piston cuando éste descienda, y así continuando.

Esta bomba es la llamada *aspirante*, y tubo de aspiracion al CD; con la cual, y atendiendo al papel que representa en ella la presion de la atmósfera, solo puede elevarse el agua en virtud de la aspiracion, es decir, desde la superficie AB hasta el punto mas alto de la carrera del piston, á 32 pies al nivel del mar y á cosa de 24 en Madrid; siendo muy prudente no llegar á este número, ya porque la presion atmosférica no es constante, segun sabemos, y ya por la baja que puede sufrir la superficie AB de nivel: pero desde este limite, ó bien sobre la cabeza del piston, puede elevarse el agua cuanto se quiera, siempre que tengamos fuerza disponible.

174. La bomba impelente (*fig. 70*) lleva el piston P sin válvula, el cuerpo de bomba se halla introducido en el líquido, de manera que la superficie AB cubra siempre el piston; el cuerpo de bomba lleva una válvula en su fondo C, que se abre de abajo arriba, y un tubo lateral DE, en cuya unión D lleva otra válvula que respecto al cuerpo de bomba se abre de dentro afuera. Suponiendo el piston elevado, el agua se pondrá á nivel en el cuerpo de bomba y en el tubo lateral, abriendo para ello ambas válvulas; si ahora se hace descender el piston, el agua comprimida cerrará la válvula C y abrirá la D elevándose en el tubo DE; al elevar nuevamente el piston, la válvula C se abrirá para dar paso al agua, y la D se cerrará por el peso de la columna líquida elevada en DE; bajando el piston obligará á cerrarse á la válvula C y á elevar el agua en el tubo lateral, y así continuando. En este aparato no hay mas límite para la elevacion de las aguas que el de la fuerza disponible.

175. La bomba aspirante ó impelente (*fig. 71*) es la reunion de ambos sistemas; el agua se eleva por el tubo de aspiracion CD, y luego es lanzada en el tubo lateral por la presion verificada en el descenso del piston. Para que la salida del líquido sea continua, se puede adoptar el sistema de dos cuerpos de bomba, análogamente á lo verificado en la máquina neumática, y acompañando ó no á este sistema, colocar un depósito de aire K atravesado por un tubo H que llega hasta cerca del fondo: cuando el agua se eleva por el tubo E por una parte sigue por el tubo H, y otra, extendiéndose en el depósito de aire, obliga á este fluido á comprimirse en la parte superior, en el momento siguiente en que el piston se eleva y el agua no sube por E, el aire comprimido reobra en virtud de su fuerza elástica, y obliga al agua del depósito K á lanzarse por el tubo H; en el periodo siguiente sube el agua por E, comprime nuevamente el aire, y así se continúa. Las bombas de incendios pertenecen generalmente á esta clase.

176. La fuente de compresion (*fig. 72*) tiene la misma explicacion que el depósito de aire, de que anteriormente nos hemos ocupado. Se compone de un vaso A de forma cualquiera, el que lleva un tubo que llega hasta muy cerca del fondo de la vasija. Se llena ésta de agua hasta cosa de los  $\frac{5}{6}$  de su altura, y en seguida, por medio de una bomba de inyeccion de aire, en todo igual á las de la máquina de compresion, se introduce este fluido en el vaso, el cual se dirigirá por su menor densidad á ocupar la parte superior, donde aumentará su elasticidad por la compresion que producirá la introduccion de nuevas cantidades; quitando la bomba y abriendo la llave, el aire, reobrando sobre la superficie del líquido, le obligará á salir por BC en forma de surtidor. La altura de este surtidor irá disminuyendo con la elasticidad del aire, que disminuirá tambien, puesto que se aumenta el volumen del espacio en que se halla encerrado.

La salida del agua en esta máquina vemos que reconoce por causa la diferencia de presiones del aire en lo interior y el exterior; así que si el aparato se introduce sin inyectar aire en el recipiente de la máquina neumática, y se hace el vacío, el agua saltará desde los primeros pistonazos, pues que, disminuyendo la elasticidad del aire en el recipiente, la del interior del aparato se hace preponderante.

177. La fuente de Heron es una modificacion de la anterior, en que el aire se comprime por la accion de una columna de agua. Se compone (*fig. 73*) de un vaso A, sobre el cual hay un platillo, y de otro vaso B, que comunica con el primero por dos tubos dispuestos del modo siguiente: el tubo D comunica con el platillo superior, pasa por dentro del vaso A sin comunicar con él, y se prolonga hasta cerca del fondo del vaso B; el tubo E tiene principio en la parte superior del vaso B y termina cerca de la pared superior de A; por último, un tercer tubo F atraviesa la pared superior de A, llegando hasta cerca del fondo del mismo vaso. Se echa agua por F en el vaso A, hasta que el nivel se acerque á la abertura del tubo E, lo cual es solo preparar el aparato; hecho esto, se vierte agua en el platillo superior, la cual cae por el tubo D al vaso B, el aire de este vaso es desalojado por la caída del líquido y se halla obligado á subir por el tubo E á reunirse con el que hay en la parte superior del vaso A: en este estado el vaso es una verdadera fuente de compresion, en que la elasticidad del aire, aumentándose con el que sube de B, obliga al líquido á salir por F en forma de saltador.

178. La pipeta es un tubo de vidrio B (*fig. 74*) terminado por una esfera A que concluye en un tubo cónico C, cuya abertura es muy estrecha; introduciendo el aparato en un líquido, éste se pone á nivel en lo interior con el exterior; si para retirarle del líquido tenemos la precaucion de cerrar con el dedo pulgar la abertura B, el líquido no saldrá por C en razon á que la presion atmosférica no lo permitirá; si ahora abrimos el orificio B, la presion atmosférica, ejerciendo su accion por esta parte, y destruyendo por consiguiente la ejercida en C, el líquido saldrá por este punto, pero la salida cesará en cuanto volvamos á tapar la abertura B para continuar nuevamente en cuanto se la vuelva á descubrir.

La fuente intermitente de nuestros gabinetes es únicamente una modificacion del aparato anterior. Se compone (*fig. 75*) de un tubo A que se extiende hasta cerca de la parte superior de un globo B, que sirve de depósito del líquido, y que lleva varios tubos estrechos D, C para la salida del mismo. El tubo central se apoya por su base en un platillo con un depósito en su parte inferior, con el que comunica por un pequeño orificio E, el cual debe dejar pasar menos líquido que el que produce la salida de los D y C. Se echa agua en el depósito B del modo que representa la figura, y la salida consiguiente de este líquido por los tubos D y C produce pronto en el platillo una aglomeracion que cubre el orificio E, ó intercepta por tanto la comunicacion que entre el aire exterior y el interior se hallaba establecida por el tubo A; en este estado de presion de la atmósfera se hace preponderante en D y C, y la salida cesa enteramente; mas como el líquido reunido en el platillo va poco á poco pasando al depósito inferior por el orificio E, llega un caso en que éste queda descubierto, la comunicacion entre el aire exterior é interior se establece, y la salida del líquido vuelve á empezar para detenerse de nuevo luego que la aglomeracion del líquido en el platillo cubra el orificio E, y así prosiguiendo hasta que falte el agua del depósito.

## LECCION XXXVII.

## Ariete hidráulico.—Prensa hidráulica.—Sifones.

179. El *ariete hidráulico* es un aparato destinado á la elevacion de las aguas, preferible á todos los demas por el gran efecto útil que produce, siempre que la localidad y demas circunstancias permitan su construccion. El ariete hidráulico de nuestros gabinetes, que, como desde luego se infiere es un modelo de los que se construyen en mayor escala, consta de un depósito de agua A (*fig. 76*), de cuyo fondo parte un tubo vertical, que se encorva luego pasando á ser horizontal y que termina en B, donde hay una válvula que se abre de arriba abajo, y que por lo mismo se encuentra abierta por su propio peso; en el punto C va un tubo vertical de una altura próximamente cuádrupla de la del depósito, el cual lleva en su base C una válvula que se abre de á bajo arriba y un depósito de aire D en su inmediacion, continuando luego el tubo E hasta F, en que hay un pequeño tubo lateral para facilitar la salida del líquido.

Si llenamos de agua el depósito A, ésta seguirá á lo largo del tubo y saldrá por la abertura B, cuya válvula encuentra abierta; pero bien pronto la velocidad con que el agua sale, debida á la altura A, cerrará la válvula B, y encontrándose de pronto sin salida y con una velocidad adquirida, reobrará sobre todas las partes del interior del tubo, entre las que se encuentra la válvula C, que se abrirá por consiguiente, dando paso al líquido, que se lanzará al tubo E; en este momento cesa la presion que mantenía cerrada la válvula B, la cual se abrirá por su propio peso, y el líquido saldrá entonces otra vez por esta abertura en que ningun obstáculo encuentra; pero un instante despues el agua volverá á cerrar esta válvula y á abrir la C, para elevarse en el tubo E, y así proseguirá en tanto que haya agua en el depósito, ó que no detengamos el juego del aparato.

180. La *prensa hidráulica* está fundada en lo que al principiar el tratado de los fluidos hemos espuesto acerca de la igualdad de presion. Se compone de una bomba aspirante ó impelente A (*fig. 77*), la que dirige el agua á un cuerpo de bomba M, en el cual hay un piston P, que está obligado á elevarse por la irresistible accion del agua introducida, y al mismo tiempo eleva consigo un platillo de hierro C, sobre el cual se ponen los cuerpos D que han de oprimirse ó prensarse al encontrar la plancha fija E. Si las bases de los pistones fuesen iguales, la accion ejercida en A se transmitiría sobre P sin alteracion alguna; pero si el piston de la bomba A es la centésima parte, v. g. del piston P, la accion de un hombre ejercida en A vendrá á producir la de cien hombres actuando en P. Un hombre actuando en A por medio de una palanca B, puede desenvolver sin gran esfuerzo una accion de 600 libras, y por consiguiente una de 60,000 sobre el segundo piston, supuesto de una estension 100 veces mayor.

181. Los *sifones* son tubos encorvados (*fig. 78*) de brazos desiguales, los cuales se emplean para trasvasar líquidos. Para hacer uso de este aparato, se introduce la rama mas corta en el depósito del líquido C, se hace una succion por el extremo

A, el tubo se llena del líquido en razon al vacío verificado, y corre por la abertura A sin cesar la salida, hasta que el nivel del líquido en el depósito deje descubierta la otra extremidad del sifon. Se cuenta como rama del sifon solamente la parte OB comprendida entre la superficie del líquido y el vértice; lo cual nos dice que el sifon puede tener los brazos iguales por construccion, y ser todavia útil para la salida de los líquidos, puesto que, habiendo por precision de introducir una parte de una de las ramas, ésta resultará mas corta que la otra necesariamente.

Al hacer la succion en A, la presion de la atmósfera en la superficie libre del líquido determina el movimiento ascensional de éste y la completa ocupacion del aparato; cesando entonces en la aspiracion, tendremos presion de la atmósfera de arriba abajo sobre la superficie del líquido, que se destruye con la ejercida por el mismo agente de abajo arriba en la estremidad A: columna líquida elevada desde la superficie del líquido hasta B, que se equilibra con una columna igual NB en la otra rama, quedando por fin una columna AN, que es la diferencia entre la longitud de ambas, la cual no hallándose sostenida, caerá por la accion de la gravedad, y al separarse en N del resto del líquido, producirá necesariamente un vacío, que desenvolverá la misma accion que la aspiracion primitiva para llenar de agua esta capacidad; en este caso las columnas volverán á ser desiguales, y todo pasará como en el caso anterior, y así continuando.

Si la rama exterior del sifon llegase solo hasta N, es decir, que fuesen iguales, el aparato se llenaría por la succion; pero en tal estado permaneceria por el perfecto equilibrio establecido entre ambas ramas. Este experimento supone el diámetro de la abertura suficientemente pequeño para que no puedan á un mismo tiempo salir el agua y entrar el aire; porque si así no fuese, la columna se dividiría y el sifon no permaneceria lleno. En el caso de ser la rama exterior mas corta, no permaneceria lleno despues de la succion, sino que haciéndose preponderante la accion desentuelta en N, el líquido volvería á caer á la vasija.

Para comodidad al hacer la aspiracion suele colocarse un tubo lateral (*fig. 79*) en la rama larga, teniendo cuidado de tapar la abertura inferior en tanto que la succion se verifica.

El sifon es un aparato muy usado que, cuando está fijo y tiene grandes dimensiones, se le llena por medio de una abertura practicada en el vértice, cerrando antes las estremidades; despues se cierra la abertura superior, y se abren las inferiores, empezando por la de la rama mas corta, y el líquido corre produciendo el efecto que ya dejamos explicado.

## LECCION XXXVIII.

## Movimiento de los gases.—Medios de regularizar la salida.—Gasómetros.—Cuerpos flotantes en la atmósfera.

182. En la leccion anterior, al ocuparnos del caso del sifon de brazos iguales, vimos que el líquido no salia por haber equilibrio entre la presion de dentro afuera

y la de fuera adentro; esto mismo se verifica en todas las ocasiones en la salida de los líquidos: así es, que si en un vaso lleno de un líquido cualquiera y perfectamente cerrado hacemos un orificio pequeño, el líquido no saldrá, porque el aire atmosférico, que tiende á entrar ejerciendo la presión que le corresponde, se lo impide enteramente; siendo necesario para que la salida se verifique que el vaso esté abierto, de modo que equilibrándose las presiones de la atmósfera, resulte de exceso en el orificio la presión que el líquido ejerce en virtud de su altura.

En la salida de los fluidos aeriformes ó gases se verifica una cosa análoga; así es que el gas contenido en un vaso saldrá por un orificio practicado, siempre que la presión de dentro afuera sea mayor que la de fuera adentro: permanecerá como cerrado en el caso de ser iguales las presiones, y en vez de salir el gas, entrará el aire cuando la presión de fuera adentro sea mayor que la de dentro afuera.

Se concibe sin dificultad, según lo que va dicho, que para que la salida de un gas sea constante y uniforme, es indispensable que no varíen las presiones durante todo el periodo de salida. Si tenemos un gas encerrado en una vasija que comunique con el vacío, y abrimos la llave que suponemos de comunicacion, el gas se precipitará con violencia en el recinto vacío, toda vez que no encuentra ninguna presión de fuera adentro: pero la velocidad de entrada irá disminuyendo en razón á que las dos presiones varían; la de dentro afuera por la disminución de fuerza elástica que resulta de ir quedando porciones de gas mas pequeñas en igual recinto; y la de fuera adentro porque el recinto de entrada no se halla vacío mas que en el primer instante, puesto que el gas que entra desenvuelve una fuerza elástica cada vez mayor por su acumulacion en un recinto dado: de este modo la velocidad del gas va disminuyendo, hasta que el equilibrio de las presiones se establece, cuyo caso verificado cesa todo movimiento.

Si el gas, en vez de salir al vacío, lo verifica á la atmósfera, se concibe muy bien que necesita poseer una tensión mayor para que predomine la presión de dentro afuera: tampoco, pues, será uniforme la salida en este caso, porque si bien es cierto que la presión de la atmósfera que aquí constituye la de fuera adentro, será sensiblemente constante, no lo será la de dentro afuera por la disminución de fuerza elástica determinada por la menor cantidad de gas que va quedando.

En la salida de los gases tiene tambien lugar la contraccion de la vena, como lo acredita la relacion entre el gasto teórico y el práctico, como sucedia en los líquidos.

Para que la salida sea constante, se han discurrido aparatos que se conocen con el nombre de *gasómetros*, reducidos á ejercer una presión constante sobre el gas, ó á desalojar por otro medio volúmenes iguales en tiempos iguales. Un vaso que produzca una salida constante de líquido, puede ser muy á propósito para el caso, pues que permitiendo la entrada de este líquido en el receptáculo que contenga el gas, éste será desalojado con la misma regularidad que aquel se posesiona del recinto.

183. El *frasco de Mariotte*, dándole una forma conveniente, es muy á propósito para el caso. Consiste en un frasco (*fig. 80*) lleno casi enteramente de agua, en cuya pared lateral lleva un orificio pequeño C, y cuyo cuello sostiene un tubo BD abierto por ambos extremos, dispuesto de manera que pueda elevarse y des-

cender frotando fuertemente con el tapon de la vasija. Para darse cuenta de los fenómenos que produce este aparato, es necesario fijarse bien en que la presión de la atmósfera se ejerce en el orificio C lateralmente y por el tubo BD de arriba abajo; establecido esto, imaginemos el tubo introducido de modo que su abertura D se encuentre mas abajo del punto E; en este caso el líquido contenido en lo interior del tubo descenderá hasta E, es decir, hasta la misma altura del orificio C, por el cual saldrá una cantidad de agua igual al volumen que ha descendido en el tubo; en cuyo caso toda salida cesa, porque las presiones de la atmósfera se equilibran y la altura de la columna de agua elevada sobre el orificio C dentro del tubo BD, por cuyo conducto se establece la presión atmosférica, es igual á cero; luego no hay presión en el orificio, ni por consiguiente salida. Si elevamos ahora el tubo, dándole la posición que representa la figura, el líquido saldrá, porque si bien es cierto que se equilibran las presiones de la atmósfera, lo es tambien que ésta por el intermedio del tubo se ejerce sobre la capa horizontal de líquido que pasa por D, de forma que la presión en C es debida á la altura DE del líquido sobre el orificio; esta altura permanezca constante, y por lo mismo lo es tambien la salida del líquido, porque el aire que entra por el tubo BD se va elevando por la parte exterior de éste para reunirse con el que se halla encima del líquido en la vasija, lo cual produce un descenso del nivel en el frasco, que sirve para reemplazar el líquido que sale y mantener fijo el nivel en D.

Modificaciones de este frasco son los *gasómetros* de los laboratorios, así como todas las lámparas que, teniendo el depósito de aceite superior á la mecha, se necesita que el líquido no se pierda y que el nivel sea constante.

184. Antes de terminar este tratado, debemos decir alguna cosa de los cuerpos flotantes en la atmósfera, pues ya es posible entrar con fruto en esta cuestion. Los globos aerostáticos que flotan ó nadan en la atmósfera, están sujetos al principio de Arquímedes, expuesto en otro lugar, es decir, que para elevarse han de desalojar un volumen de aire que pese mas que el globo con todos sus agregados; de donde resulta que pesando estos muy bastante, es indispensable que el globo sea de gran volumen y que se llene de un fluido menos denso que el aire, cual es el hidrógeno: una vez lanzado en los aires, necesita para el equilibrio que la presión de arriba abajo, que es el peso del globo, sea igual á la de abajo arriba, que está representada por el empuje del fluido, ó lo que es lo mismo, por el peso del volumen de aire desalojado. Si la atmósfera tuviese una densidad uniforme, el globo no se detendría hasta los límites de la misma, donde saldría fuera una parte del aparato, buedando en equilibrio cuando desalojase un volumen de aire de un peso igual al de la máquina; mas como sabemos que la densidad del aire en la atmósfera va decreciendo á medida que aumenta la elevación, el globo en su movimiento ascensional va desalojando volúmenes iguales, puede decirse, pero cuyo peso va siendo cada vez menor; y como el del globo permanece sensiblemente el mismo, ha de llegar necesariamente á capas de aire cuya densidad sea tal, que el globo y el igual volumen de aire desalojado pesen lo mismo, y en este caso quedará en equilibrio.

Entendido el medio de lanzarse en la atmósfera y las condiciones para el equi-

librio, fácilmente se comprenden los medios de descender, y de volver á elevarse en caso necesario. El globo lleva una válvula en su parte superior que se abre de fuera adentro, de manera que la presión del gas interior la mantenga cerrada; un cordón fijo á esta válvula, va á parar á la barquilla del aereonauta, el cual para descender abre la válvula tirando del cordón, y el gas se lanza al espacio, en cuyo caso el globo disminuye de volumen, pesa por consiguiente mas que el de aire que desaloja, y descende por necesidad: el aereonauta puede moderar el descenso abriendo mas ó menos la válvula, y aun puede cerrarla del todo si desea permanecer á la altura en que se halla. Para elevarse nuevamente el aereonauta, lleva en la barquilla porción de lastre, que consiste en sacos de arena, y deshaciéndose de ésta poco á poco, disminuirá el peso del globo, y por consiguiente el empuje se hará preponderante, y el aparato se elevará segun se desea.

En cuanto al problema de dar direccion á estos aparatos, está aún esperando resolución, pues que los medios ideados hasta ahora, distan mucho de lo que necesariamente exige una aplicación de este género.

## ACCIONES MOLECULARES.

### LECCION XXXIX.

#### Capilaridad.—Efectos que produce y exposicion general de su teoria.

185. Al ocuparnos de la fuerza de cohesion vimos que ésta era una accion molecular que se desenvolvía al contacto para agrupar las partículas de los cuerpos, ya fuesen de una misma ó de diferente naturaleza. Sin embargo, esta fuerza ó adherencia que mantiene reunidas las moléculas, no solamente es diferente para cada uno, como lo prueba el diferente esfuerzo que para vencerla se necesita, sino que al considerarla desenvuelta en el contacto de los sólidos con los líquidos ofrece fenómenos dignos de estudiarse, y que sirven de lazo, podemos decir, para unir la fuerza de cohesion de que dependen con la afinidad química que mas adelante estudiaremos.

Si tomamos un disco de vidrio y le suspendemos á un platillo de una balanza, haciéndole equilibrio en el otro con pesos cualesquiera, y en esta situacion le hacemos que toque á una superficie líquida, la fuerza de cohesion aparecerá en el contacto y habrá necesidad de añadir pesos en el otro platillo para conseguir la separacion de las dos superficies de los cuerpos sólido y líquido. Si verificamos este experimento con diferentes líquidos, veremos que en el mercurio la plancha de vidrio se separa sin llevar ninguna partícula adherida, al paso que en el agua la plancha ó disco apa-

rece con una capa de líquido adherido; esto lo espresamos diciendo que el mercurio no moja al vidrio, y sí lo verifica el agua y otros varios líquidos; pero lo que en el mercurio se verifica es que la adhesion establecida entre las moléculas del mismo y las del vidrio es menos enérgica que la que existe entre las moléculas del mercurio mismo; y en el agua por el contrario, la coherencia de las moléculas líquidas entre sí es menor que la que se establece entre ellas y las del vidrio, por cuya razon la capa de líquido que toca al disco permite separarse del resto de la masa del mismo antes que abandonar la superficie del vidrio. Esto nos dice que los pesos empleados para verificar la separacion del disco representan la adherencia establecida entre ambos cuerpos en el caso de que el líquido no moje al sólido; y nos espresan la cohesion de las partículas líquidas unas con otras en el caso de ser el disco mojado por el líquido.

De aquí resulta que esta accion tiene todas las apariencias de electiva; tal líquido puede mojar á tales ó cuales cuerpos y no á otros, así como un sólido dado puede ser mojado por uno ú otro líquido, y de ningun modo por los demas; así que existen líquidos que establecen con varios cuerpos sólidos una union ó adherencia mayor que la que existe entre sus partículas mismas; y otros en que se verifica al contrario, y hasta parece en algun caso que existe un principio de repulsion.

Si introducimos una lámina de vidrio bien limpia en un vaso de agua, veremos que el líquido se eleva al derredor de la lámina sobre el nivel en el vaso, formando una curva cóncava que se produce juntamente con la elevacion en la inmediacion de las paredes del vaso, suponiéndole de una sustancia capaz de ser mojada por el líquido. Si en vez de una introducimos dos láminas paralelas, el mismo fenómeno se produce, pero la curvatura es mayor en la parte comprendida entre ambas láminas, y tanto mas cuanto mas próximas se encuentran éstas, formando siempre un semi-cilindro, cuyo eje es horizontal, y ademas el nivel en este espacio está considerablemente elevado respecto al resto de la vasija, y lo está tanto mas cuanto mas pequeño es el intervalo que separa las láminas. Los mismos efectos se producen sensiblemente introduciendo un tubo de vidrio en el agua; la curvatura interior forma un hemisferio cóncavo si el tubo es bastante estrecho, y la altura del líquido aumenta con la disminucion del radio del tubo considerado, siendo muy considerable cuando el calibre es comparable al espesor de un cabello, de donde viene el nombre de *tubos capilares* y de *capilaridad*, que es la parte de la física que se ocupa de estos fenómenos.

Si la lámina ó láminas de vidrio las introducimos en mercurio, la curvatura es convexa, y á la elevacion anterior del líquido sucede una depresion ó descenso en iguales proporciones que en el caso anterior. Introduciendo un tubo capilar se forma un hemisferio convexo, deprimiéndose el líquido en lo interior.

Vemos que los líquidos se elevan sobre su nivel en los espacios capilares cuando mojan al sólido, y se deprimen en el caso contrario de no mojarle, dando lugar á una curva cóncava en el primer caso y convexa en el segundo. La observacion y la experiencia, auxiliadas de la geometría, dan que la elevacion ó depresion de los líquidos en los tubos capilares se halla en razon inversa del radio de los mismos.

librio, fácilmente se comprenden los medios de descender, y de volver á elevarse en caso necesario. El globo lleva una válvula en su parte superior que se abre de fuera adentro, de manera que la presión del gas interior la mantenga cerrada; un cordón fijo á esta válvula, va á parar á la barquilla del aereonauta, el cual para descender abre la válvula tirando del cordón, y el gas se lanza al espacio, en cuyo caso el globo disminuye de volumen, pesa por consiguiente mas que el de aire que desaloja, y descende por necesidad: el aereonauta puede moderar el descenso abriendo mas ó menos la válvula, y aun puede cerrarla del todo si desea permanecer á la altura en que se halla. Para elevarse nuevamente el aereonauta, lleva en la barquilla porción de lastre, que consiste en sacos de arena, y deshaciéndose de ésta poco á poco, disminuirá el peso del globo, y por consiguiente el empuje se hará preponderante, y el aparato se elevará segun se desea.

En cuanto al problema de dar direccion á estos aparatos, está aún esperando resolución, pues que los medios ideados hasta ahora, distan mucho de lo que necesariamente exige una aplicación de este género.

## ACCIONES MOLECULARES.

### LECCION XXXIX.

#### Capilaridad.—Efectos que produce y exposicion general de su teoria.

185. Al ocuparnos de la fuerza de cohesion vimos que ésta era una accion molecular que se desenvolvía al contacto para agrupar las partículas de los cuerpos, ya fuesen de una misma ó de diferente naturaleza. Sin embargo, esta fuerza ó adherencia que mantiene reunidas las moléculas, no solamente es diferente para cada uno, como lo prueba el diferente esfuerzo que para vencerla se necesita, sino que al considerarla desenvuelta en el contacto de los sólidos con los líquidos ofrece fenómenos dignos de estudiarse, y que sirven de lazo, podemos decir, para unir la fuerza de cohesion de que dependen con la afinidad química que mas adelante estudiaremos.

Si tomamos un disco de vidrio y le suspendemos á un platillo de una balanza, haciéndole equilibrio en el otro con pesos cualesquiera, y en esta situacion le hacemos que toque á una superficie líquida, la fuerza de cohesion aparecerá en el contacto y habrá necesidad de añadir pesos en el otro platillo para conseguir la separacion de las dos superficies de los cuerpos sólido y líquido. Si verificamos este experimento con diferentes líquidos, veremos que en el mercurio la plancha de vidrio se separa sin llevar ninguna partícula adherida, al paso que en el agua la plancha ó disco apa-

rece con una capa de líquido adherido; esto lo espresamos diciendo que el mercurio no moja al vidrio, y sí lo verifica el agua y otros varios líquidos; pero lo que en el mercurio se verifica es que la adhesion establecida entre las moléculas del mismo y las del vidrio es menos enérgica que la que existe entre las moléculas del mercurio mismo; y en el agua por el contrario, la coherencia de las moléculas líquidas entre sí es menor que la que se establece entre ellas y las del vidrio, por cuya razon la capa de líquido que toca al disco permite separarse del resto de la masa del mismo antes que abandonar la superficie del vidrio. Esto nos dice que los pesos empleados para verificar la separacion del disco representan la adherencia establecida entre ambos cuerpos en el caso de que el líquido no moje al sólido; y nos espresan la cohesion de las partículas líquidas unas con otras en el caso de ser el disco mojado por el líquido.

De aquí resulta que esta accion tiene todas las apariencias de electiva; tal líquido puede mojar á tales ó cuales cuerpos y no á otros, así como un sólido dado puede ser mojado por uno ú otro líquido, y de ningun modo por los demas; así que existen líquidos que establecen con varios cuerpos sólidos una union ó adherencia mayor que la que existe entre sus partículas mismas; y otros en que se verifica al contrario, y hasta parece en algun caso que existe un principio de repulsion.

Si introducimos una lámina de vidrio bien limpia en un vaso de agua, veremos que el líquido se eleva al derredor de la lámina sobre el nivel en el vaso, formando una curva cóncava que se produce juntamente con la elevacion en la inmediacion de las paredes del vaso, suponiéndole de una sustancia capaz de ser mojada por el líquido. Si en vez de una introducimos dos láminas paralelas, el mismo fenómeno se produce, pero la curvatura es mayor en la parte comprendida entre ambas láminas, y tanto mas cuanto mas próximas se encuentran éstas, formando siempre un semi-cilindro, cuyo eje es horizontal, y ademas el nivel en este espacio está considerablemente elevado respecto al resto de la vasija, y lo está tanto mas cuanto mas pequeño es el intervalo que separa las láminas. Los mismos efectos se producen sensiblemente introduciendo un tubo de vidrio en el agua; la curvatura interior forma un hemisferio cóncavo si el tubo es bastante estrecho, y la altura del líquido aumenta con la disminucion del radio del tubo considerado, siendo muy considerable cuando el calibre es comparable al espesor de un cabello, de donde viene el nombre de *tubos capilares* y de *capilaridad*, que es la parte de la física que se ocupa de estos fenómenos.

Si la lámina ó láminas de vidrio las introducimos en mercurio, la curvatura es convexa, y á la elevacion anterior del líquido sucede una depresion ó descenso en iguales proporciones que en el caso anterior. Introduciendo un tubo capilar se forma un hemisferio convexo, deprimiéndose el líquido en lo interior.

Vemos que los líquidos se elevan sobre su nivel en los espacios capilares cuando mojan al sólido, y se deprimen en el caso contrario de no mojarle, dando lugar á una curva cóncava en el primer caso y convexa en el segundo. La observacion y la experiencia, auxiliadas de la geometría, dan que la elevacion ó depresion de los líquidos en los tubos capilares se halla en razon inversa del radio de los mismos.

186. La adherencia mas ó menos enérgica que se establece entre los sólidos y líquidos da lugar á la curvatura de las superficies, y ésta, en virtud de la diferente presión que sobre el líquido determina, produce la elevación ó depresión del mismo. Si las dos láminas de vidrio de que antes nos hemos ocupado se introducen en el líquido de modo que formen ángulo, el agua se elevará entre ellas á tanta mayor altura cuanto mas se vaya estrechando el espacio angular que las separa; de modo que formará una curva que por consideraciones geométricas resulta ser una rama de hipérbola equilátera. Si tenemos un tubo de vidrio de brazos comunicantes, de los que uno sea capilar (*fig. 81*) y echamos agua, veremos que el nivel, además de tomar la curvatura que ya conocemos, se eleva mas en el brazo capilar, llegando á A' cuando se queda en A en la otra rama. Si añadimos agua con precaución por el tubo ancho, el nivel subirá en ambos, pero llegado que sea á B', límite del brazo estrecho, la curvatura en esto irá desapareciendo hasta convertirse en plana, en cuyo caso quedará el líquido á igual altura en ambos. Si continuamos aumentando agua, la curvatura aparecerá en C', pero la superficie será convexa, el tubo estará mas que lleno, y la altura será mayor en el otro brazo. Si aun echásemos mas agua, la adherencia establecida con el espesor del tubo en el orificio se rompería y el líquido se derramaría por él.

La capilaridad explica los movimientos que los cuerpos flotantes ejecutan, ya para reunirse unos con otros, ya para adherirse á las paredes de la vasija. Supongamos dos cuerpos A y B flotantes (*fig. 82*) que puedan ser mojados por el líquido, éste se elevará todo alrededor de los cuerpos, pero mas principalmente en el espacio que los separa, donde se elevará mas que el nivel, como sabemos; y esta fuerza de elevación disminuirá la presión por esta parte, haciéndose por tanto preponderante la opuesta, y produciendo la union de estos cuerpos y aun la de los mismos con las paredes de la vasija. Si el líquido no fuese capaz de mojar los cuerpos A y B (*fig. 83*), el líquido se deprimiría, sobre todo en el espacio comprendido entre ambos, de forma que el líquido, estando menos elevado en este espacio, no produciría una presión capaz de equilibrar la contraria, de modo que ésta se haría preponderante y los cuerpos se reunirían como en el caso anterior.

La elevación del aceite en las mechas, que no son otra cosa que sistemas de tubos capilares, la humedad de las habitaciones bajas, el efecto que se produce sobre un trozo de azúcar introducido en parte en una taza de café, que todo él se recubre del líquido, y otros varios fenómenos que sería prolijo enumerar, son debidos á la capilaridad; todos ellos dependen de las modificaciones que la fuerza molecular da cohesión adquiere, según que los líquidos pueden ó no mojar á un sólido determinado.

## LECCION XL.

### Acústica.—Producción y propagación del sonido en los diferentes intermedios.

187. Al ocuparnos de la elasticidad hemos explicado las acciones moleculares que se ejercen los cuerpos produciendo movimientos de va-y-ven ó oscilatorios,

que determinan el regreso del cuerpo á su forma ó volumen primitivo, cuando éste ha sido alterado por un desarreglo producido en la situación de las moléculas.

Los cuerpos elásticos, al verificar los movimientos expresados, los transmiten á los cuerpos inmediatos, obligándolos, por decirlo así, á vibrar con ellos, en cuyo movimiento vibratorio consiste la producción y propagación del sonido, que es de lo que la acústica se ocupa.

El sonido no se propaga sin el auxilio de cuerpos ponderables que se hallen en comunicación directa con el cuerpo que le produce, ó como acostumbra á decirse, con el centro de conmoción; así es que en el vacío no puede propagarse. Para probarlo se tiene un movimiento de relojería que está haciendo batir rápidamente un pequeño martillo sobre una campana á propósito: este aparato, apoyado en almohadillas de algodón ó pluma, se coloca sobre la platina de la máquina neumática, se cubre con una campana y se ejecuta el vacío; entonces se ve chocar el martillo sin percibirse el sonido, y si se deja entrar el aire poco á poco, el sonido va siendo cada vez mas perceptible, produciendo el mismo efecto que si el cuerpo sonoro se acercase sucesivamente á nosotros.

El sonido puede transmitirse también por el intermedio de los sólidos y de los líquidos, y en general por el de todos los cuerpos, propagándole tanto mejor y con tanta mas rapidez cuanto su elasticidad es mas considerable; por cuya razón asignábamos en su lugar oportuno una elasticidad á los líquidos mucho mayor de la que por las observaciones directas parecía corresponderles. Por esta misma razón hemos advertido que el aparato citado de relojería se colocase sobre cuerpos elásticos de segunda especie, los cuales es muy poco lo que pueden transmitir el sonido.

Fácil es asegurarse que propagan el sonido tanto los sólidos como los líquidos y los aeriformes. Para asegurarse de ello en los sólidos basta aplicar el oído al extremo de una mesa larga, de una alfargia ó cosa semejante, y hacer en el opuesto el pequeño ruido que pueden producir el roce de las barbas de una pluma ó el de la punta de un alfiler, el cual no es perceptible por el aire, y lo es distintamente por el sólido. Para los líquidos no hay mas que observar lo que sucede estando en un baño al introducir los oídos en el agua, respecto del choque ó roce que al mismo tiempo produzcamos por cualquier medio, el cual percibiremos distinta y enérgicamente cuando no será sensible al sacar la cabeza fuera del agua. Por lo que respecta al aire podemos decir que es el vehículo ordinario del sonido, pues hallándonos sumergidos en él, si no sirviese para la propagación del sonido, difícilmente se concibe cómo adquiriríamos la certeza de su existencia; y en cuanto á la producción merece desde luego la preferencia, puesto que sabemos que es un cuerpo perfectamente elástico.

Debemos distinguir el sonido del ruido; pues si bien es cierto que en cuanto á la propagación no hay diferencia alguna, la hay y muy considerable, respecto á su producción. Tanto el sonido como el ruido consiste en una serie de pulsaciones, que pueden distinguirse cómodamente aproximando á una campana en vibración una punta muy fina, y se oirán una serie de golpecillos repetidos que prueban la persistencia de las oscilaciones y los sucesivos cambios de forma que la campana experimenta. Cuando estas vibraciones son isocronas, y por consiguiente compara-

bles, constituyen el verdadero sonido; mereciendo solo el nombre de ruido cuando el isocronismo falta.

188. En el sonido hay necesidad de considerar su intensidad, su tono y su timbre. La intensidad consiste en la amplitud de las vibraciones sonoras; así observamos que si separamos de su posición de equilibrio una cuerda metálica colocada horizontalmente y fija por ambos extremos, produce el mismo sonido al abandonarla, ya se la haya separado mucho ó poco de su posición; pero con la diferencia de que si la separación ha sido considerable, el sonido será perceptible á larga distancia, y apenas lo será en la inmediación del instrumento si la separación ha sido corta. El tono no depende de la amplitud de las vibraciones, sino del número de éstas ejecutadas en un tiempo dado: el sonido será tanto mas agudo cuanto mayor número de vibraciones se produzcan en la unidad de tiempo; y será tanto mas grave cuanto menor sea el número de éstas que se verifiquen. El timbre, que hablando de las voces suele designarse con la palabra *metal*, no depende ni de la amplitud ni del número de las vibraciones; consistiendo solo en un carácter particular que cada sonido hace notar cuando es producido por diferentes instrumentos: así es como distinguimos si un canto ó sucesión de sonidos se ejecuta con la flauta ó con el violín, sin necesidad de ver los instrumentos.

Numerosos experimentos se han hecho en todos tiempos á fin de conocer el límite de los sonidos perceptibles; habiendo sido admitido por la generalidad hasta nuestros días que el límite de los sonidos graves pertenecía al producido por 32 vibraciones por segundo, y el límite de los agudos á 12,000. Un estudio mas detenido, hecho por Savart en estos últimos años, empleando medios muy ingeniosos, y que no pueden tener cabida en esta obra, ha asignado como límite de los graves 15 vibraciones por segundo y 48,000 para los agudos; y aun ha ido mas lejos, estableciendo la verdad, que antes de él podemos decir no habia querido conocerse, de que no existe límite asignable para la percepción de los sonidos. La divergencia que parece notarse en este punto viene de confundir dos cosas realmente distintas: la percepción de los sonidos con la comparación de los mismos: para la primera nunca pudo fijarse límite conocido, pero sí para la segunda; pues que es muy fácil de observar lo que sucede con las cuerdas extremas de un arpa, que un oído vulgar no advierte diferencia entre el sonido producido por dos cuerdas inmediatas, es decir, percibe, pero no compara; un oído ejercitado notará perfectamente esta diferencia, pero si la cuerda extrema ó última la hacemos variar de tensión, un caso llega en que estas variaciones producen sonidos perceptibles, pero no comparables, pues no advertimos diferencia sensible entre ellos. De todo esto resulta que el límite de los sonidos varía para cada individuo, no solo con la sensibilidad del órgano auditivo, sino tambien con el ejercicio, con la costumbre de oír, con lo que pudiéramos llamar educación del oído; así los límites asignados por Savart para los sonidos comparables solo serán completamente exactos para un oído tan sensible y tan ejercitado como el suyo.

## LECCION XLII.

### Velocidad del sonido.—Variaciones de la intensidad—Formación de las ondas.—Modos de vibrar de los diferentes cuerpos.

189. La experiencia diaria nos enseña que la propagación del sonido no es instantánea; pues que una explosión producida á distancia por un arma de fuego nos presenta el brillo del fogonazo antes de recibir la impresión del sonido; pues si bien la propagación de la luz no es instantánea, como aquí la suponemos, puede muy bien considerarse como tal en pequeñas distancias, atendida su gran velocidad, como veremos en lugar oportuno. Para medir la velocidad del sonido se ha empleado el medio antes indicado, midiendo una base, colocando en uno de sus extremos una pieza de artillería, y observando cuidadosamente el tiempo transcurrido entre la aparición de la llama y la percepción del sonido. Así ha podido establecerse que la velocidad es uniforme, y que el sonido corre 1200 pies castellanos próximamente por segundo, siendo esta velocidad la misma, ya esté sereno ó nublado, y cualquiera que sea la altura del barómetro.

Los sonidos débiles se propagan con la misma velocidad que los demas, y del mismo modo lo verifican los sonidos graves que los agudos; lo cual se prueba observando que la ejecución de una pieza de música produce el mismo efecto en cuanto al orden y sucesión de los sonidos, ya nos coloquemos en la inmediación, ó ya lo verifiquemos á alguna distancia. Esta misma regularidad en la percepción de los sonidos á distancia, prueba que las vibraciones pueden cruzarse en todas direcciones sin perturbarse.

La velocidad del sonido en el agua es próximamente cuádrupla de la del aire, lo que prueba lo que ya dejamos dicho acerca de la elasticidad de los líquidos.

190. El sonido se debilita con la distancia, y la observación y la experiencia de acuerdo con la geometría, demuestran que su intensidad se halla en razón inversa del cuadrado de la distancia.

Las ondulaciones sonoras, del mismo modo que las producidas en la superficie de las aguas, no comunican á las capas de aire movimientos progresivos, sino solamente de condensación y de dilatación sucesiva, pero sin abandonar sensiblemente sus posiciones; así es que el punto ó centro de conmoción produce una condensación en la capa de aire que la rodea, la cual, reobrando sobre sí misma y sobre la siguiente, comprime á ésta, pasando la primitiva á un estado de dilatación; la segunda lámina ó capa comprimida reobra en seguida para verificar lo mismo con la tercera, y así continuando, de manera que la superficie esférica que esta condensación produce va aumentado de radio y disminuyendo sensiblemente de energía ó intensidad. Habiendo pasado la primera capa por consecuencia de su reacción á un estado de dilatación insostenible, atendida las presiones de las que la rodean, volverá á estrecharse, dando así lugar á que en seguida se dilate la segunda, á la que por las mismas razones seguirá la tercera, y así prosiguiendo, de modo que á continuación de cada onda condensada, marchará otra dilatada y así progresivamente.

Las vibraciones se producen del mismo modo en todos los cuerpos; es decir, por medio de condensaciones y dilataciones, cuya amplitud para una misma fuerza de conmoción pende de la elasticidad del cuerpo. En las cuerdas y varillas por consecuencia de este modo de vibrar, se producen *nodos*, que son secciones del cuerpo que permanecen inmóviles en tanto que se agitan las demas: tales son las A, B, C y D (fig. 84); y las partes comprendidas entre estos nodos, que son las que vibran, se llaman *vientres de vibración*. En las láminas elásticas de metal ó vidrio, si se las coloca fijas por su centro, se las recubre de arena bien seca para que se marquen las líneas nodales, y hacemos pasar un arco común de violín sobre sus bordes, se ve inmediatamente agitarse la arena (fig. 85) para fijarse en la posición de las diagonales cuando el arco se pasa por el medio de un lado; y en la disposición (fig. 86) perpendicular á los lados cuando el arco toca á la inmediación de un ángulo. Variando la naturaleza y forma de las placas y el modo de ponerlas en vibración se pueden obtener líneas nodales de formas variadas hasta lo infinito.

La vibración establecida en un cuerpo puede transmitirse á los inmediatos, ya por el intermedio del aire, ya por el de los demas cuerpos; en lo cual está fundado el empleo de cajas sonoras que, vibrando con el cuerpo principal, dan mas brillo é intensidad á los sonidos.

Cuando la onda sonora encuentra un obstáculo material para su propagación, retrocede ó se refleja formando el ángulo de reflexión geométricamente igual al de incidencia, cuya propiedad es la misma que examinamos en el choque de los cuerpos elásticos. En esta reflexión del sonido están fundados los ecos y las resonancias; los primeros se producen cuando el plano reflectante se halla á una distancia tal que el sonido reflejado puede llegar al observador, contando la distancia de ida y vuelta, despues de percibir el sonido directo; así es como se oye distintamente la repetición de la última ó de las últimas sílabas segun la distancia, y la resonancia tiene lugar cuando el plano encontrándose á poca distancia, el sonido directo se confunde mas ó menos exactamente con el reflejado.

Las resonancias que siempre tienen lugar en un recinto cerrado sostienen la voz de un orador; pero no así los ecos que producen una confusión intolerable, de donde viene la práctica de cargar de colgaduras las paredes del templo ó salon que tenga este defecto, pues las ondas chocando con cuerpos poco elásticos, no producen reflexión sensible.

Las relaciones entre las longitudes de las cuerdas, y el número de vibraciones producidas, da origen á la comparación de los sonidos, y al estudio de sus accidentes, consonancias, disonancias y demas que no puede acomodarse á la extensión de un curso elemental.

## DEL CALOR.

### LECCION XLII.

**Idea general de los fluidos imponderables, y mas principalmente del calor.—Aparatos empleados para su medida.**

191. Los fluidos imponderables, de cuyo estudio vamos á ocuparnos, son agentes inseparables de los cuerpos ponderables estudiados hasta ahora; produciendo en ellos modificaciones, ya en su modo de ser, ya en su modo de estar, sin cuyo conocimiento ni aun lo que ya llevamos explicado puede entenderse debidamente. Estos fluidos son: el *calor*, la *luz*, el *magnetismo* y la *electricidad*; mas como en el día los dos últimos se cuentan como uno solo, resultan únicamente tres, que son: calor, luz y electricidad. No falta quien admite solo dos, sosteniendo que el calor y la luz son uno mismo; pero si bien esto puede admitirse como cierto, falta todavía en la ciencia una teoría general que ligue los fenómenos considerados bajo este aspecto, siendo mas sostenible la opinión de no admitir mas que un solo fluido, cuyas modificaciones dan lugar á los diversos fenómenos, ya caloríficos, ya luminosos, ó ya eléctricos.

Para la explicación de estos fluidos imponderables se ha admitido por mucho tiempo la existencia de moléculas caloríficas, luminosas etc., que se movían en lo interior de los cuerpos y eran lanzadas de unos en otros, dando así lugar á los fenómenos observados. En nuestros días se admite un fluido eminentemente sutil y elástico, llamado *éter*, en el cual se producen vibraciones análogas á las que en el aire tienen lugar por la acción de los cuerpos elásticos, y que así como éstas producen el sonido, aquellas dan lugar á las acciones que constituyen el calor, la luz y la electricidad.

192. El agente que produce en los cuerpos modificaciones mas variadas, y aun puede añadirse mas importantes, es el calor, el cual produce en nosotros las impresiones que en las diversas épocas del año y en los diferentes climas del globo designamos con los nombres de calor y de frio. Para el estudio de este como de los demas fluidos imponderables, no podemos seguir mas camino que el de observar las modificaciones que ellos producen en los cuerpos ponderables ya conocidos, ó las que estos cuerpos ponderables producen en aquellos fluidos.

Para hacer constar la imponderabilidad del calor, se toma una vasija de vidrio con tapon esmerillado, se echa dentro agua y ácido sulfúrico con el cuidado suficiente para que no se reñan, y se pesa: en seguida se agita el líquido, y bien pronto se nota un gran desprendimiento de calor por la parte exterior del vaso;

Las vibraciones se producen del mismo modo en todos los cuerpos; es decir, por medio de condensaciones y dilataciones, cuya amplitud para una misma fuerza de conmoción pende de la elasticidad del cuerpo. En las cuerdas y varillas por consecuencia de este modo de vibrar, se producen *nodos*, que son secciones del cuerpo que permanecen inmóviles en tanto que se agitan las demas: tales son las A, B, C y D (fig. 84); y las partes comprendidas entre estos nodos, que son las que vibran, se llaman *vientres de vibración*. En las láminas elásticas de metal ó vidrio, si se las coloca fijas por su centro, se las recubre de arena bien seca para que se marquen las líneas nodales, y hacemos pasar un arco común de violín sobre sus bordes, se ve inmediatamente agitarse la arena (fig. 85) para fijarse en la posición de las diagonales cuando el arco se pasa por el medio de un lado; y en la disposición (fig. 86) perpendicular á los lados cuando el arco toca á la inmediación de un ángulo. Variando la naturaleza y forma de las placas y el modo de ponerlas en vibración se pueden obtener líneas nodales de formas variadas hasta lo infinito.

La vibración establecida en un cuerpo puede transmitirse á los inmediatos, ya por el intermedio del aire, ya por el de los demas cuerpos; en lo cual está fundado el empleo de cajas sonoras que, vibrando con el cuerpo principal, dan mas brillo é intensidad á los sonidos.

Cuando la onda sonora encuentra un obstáculo material para su propagación, retrocede ó se refleja formando el ángulo de reflexión geométricamente igual al de incidencia, cuya propiedad es la misma que examinamos en el choque de los cuerpos elásticos. En esta reflexión del sonido están fundados los ecos y las resonancias; los primeros se producen cuando el plano reflectante se halla á una distancia tal que el sonido reflejado puede llegar al observador, contando la distancia de ida y vuelta, despues de percibir el sonido directo; así es como se oye distintamente la repetición de la última ó de las últimas sílabas segun la distancia, y la resonancia tiene lugar cuando el plano encontrándose á poca distancia, el sonido directo se confunde mas ó menos exactamente con el reflejado.

Las resonancias que siempre tienen lugar en un recinto cerrado sostienen la voz de un orador; pero no así los ecos que producen una confusión intolerable, de donde viene la práctica de cargar de colgaduras las paredes del templo ó salon que tenga este defecto, pues las ondas chocando con cuerpos poco elásticos, no producen reflexión sensible.

Las relaciones entre las longitudes de las cuerdas, y el número de vibraciones producidas, da origen á la comparación de los sonidos, y al estudio de sus accidentes, consonancias, disonancias y demas que no puede acomodarse á la extensión de un curso elemental.

## DEL CALOR.

### LECCION XLII.

**Idea general de los fluidos imponderables, y mas principalmente del calor.—Aparatos empleados para su medida.**

191. Los fluidos imponderables, de cuyo estudio vamos á ocuparnos, son agentes inseparables de los cuerpos ponderables estudiados hasta ahora; produciendo en ellos modificaciones, ya en su modo de ser, ya en su modo de estar, sin cuyo conocimiento ni aun lo que ya llevamos explicado puede entenderse debidamente. Estos fluidos son: el *calor*, la *luz*, el *magnetismo* y la *electricidad*; mas como en el día los dos últimos se cuentan como uno solo, resultan únicamente tres, que son: calor, luz y electricidad. No falta quien admite solo dos, sosteniendo que el calor y la luz son uno mismo; pero si bien esto puede admitirse como cierto, falta todavía en la ciencia una teoría general que ligue los fenómenos considerados bajo este aspecto, siendo mas sostenible la opinión de no admitir mas que un solo fluido, cuyas modificaciones dan lugar á los diversos fenómenos, ya caloríficos, ya luminosos, ó ya eléctricos.

Para la explicación de estos fluidos imponderables se ha admitido por mucho tiempo la existencia de moléculas caloríficas, luminosas etc., que se movían en lo interior de los cuerpos y eran lanzadas de unos en otros, dando así lugar á los fenómenos observados. En nuestros días se admite un fluido eminentemente sutil y elástico, llamado *éter*, en el cual se producen vibraciones análogas á las que en el aire tienen lugar por la acción de los cuerpos elásticos, y que así como éstas producen el sonido, aquellas dan lugar á las acciones que constituyen el calor, la luz y la electricidad.

192. El agente que produce en los cuerpos modificaciones mas variadas, y aun puede añadirse mas importantes, es el calor, el cual produce en nosotros las impresiones que en las diversas épocas del año y en los diferentes climas del globo designamos con los nombres de calor y de frio. Para el estudio de este como de los demas fluidos imponderables, no podemos seguir mas camino que el de observar las modificaciones que ellos producen en los cuerpos ponderables ya conocidos, ó las que estos cuerpos ponderables producen en aquellos fluidos.

Para hacer constar la imponderabilidad del calor, se toma una vasija de vidrio con tapon esmerillado, se echa dentro agua y ácido sulfúrico con el cuidado suficiente para que no se reñan, y se pesa: en seguida se agita el líquido, y bien pronto se nota un gran desprendimiento de calor por la parte exterior del vaso;

se le deja reposar para que el calor se desvanezca, y pesándolo en seguida, se halla el mismo resultado que antes de emitirse el calor.

Entre las diferentes modificaciones que el calor produce en los cuerpos, hay una que estudiaremos con el nombre de dilatación, y que consiste en variar el volumen de todos ellos, la cual nos puede dar medios de medir del modo posible las cantidades del mismo fluido. Se observa que en igualdad de circunstancias los líquidos se dilatan mas que los sólidos, y los gases aun mas que los líquidos; así que no será indiferente el empleo de los unos ó de los otros para la medida que buscamos. Los aparatos destinados á esta medida son los designados con el nombre de *termómetros* ó medidores del calor; y como se presentarán ocasiones en que se necesite medir grandes cantidades, otras en que por el contrario solo se desee el conocimiento de acciones muy pequeñas, y otras, que serán las mas frecuentes, en que haya necesidad de estudiar las ordinarias ó intermedias, resulta que deberán construirse termómetros de cuerpos sólidos, líquidos y gases, los cuales reciben el nombre de *pirómetros* cuando el cuerpo termométrico es un sólido, y de *termoscopos* cuando el cuerpo dilatado es un gas.

El estudio del termómetro exige el conocimiento de toda la teoría del calor; pero en la casi imposibilidad de presentar ésta sin el uso del referido instrumento, preferimos explicar antes su construcción y uso, y tener luego en cuenta la justificación de los procedimientos necesarios en los lugares oportunos de estas lecciones.

### LECCION XLIII.

#### Construcción de las diferentes clases de termómetros.

193. Para construir el termómetro de líquido, que es el mas usado, se toma un tubo capilar de vidrio bien calibrado, á cuya extremidad se sopla una esfera ó se suelda un cilindro, de modo que resulta una capacidad ó vasija con un cuello largo y capilar. Para introducir el líquido en este aparato tenemos necesidad de desalojar previamente el aire, puesto que, siendo el tubo estrecho, sabemos que no permitirá la salida de un fluido y entrada del otro simultáneamente; para esto se calienta el tubo y depósito, á fin de que el aire salga en virtud de la dilatación, y cuando esto parece haberse conseguido, se le introduce invertido en una vasija que contenga el líquido que deseamos introducir; entonces en el tubo existirá un vacío mas ó menos completo, la presión de la atmósfera se hará preponderante, y el líquido se lanzará al depósito para llenarle, así como á una porción del tubo. Introducido ya el líquido, que es generalmente mercurio ó alcohol, se le calienta de nuevo para desalojar el aire que sobre la columna líquida haya quedado, y se le cierra herméticamente á la lámpara.

Falta poner una escala al tubo que permita medir la dilatación que el mercurio experimente, y juzgar por ella de la cantidad de calor que la ha producido. Para esto, y en la imposibilidad de conocer inmediatamente la extensión de cada una de las divisiones, se toman dos puntos fijos, que son el del hielo fundente y el del

agua hirviendo: para marcar el primero se introduce la bola y la parte de tubo que contenga líquido en hielo fundente, y se hace una señal en el punto en que el líquido permanece estacionario, lo que verificará al cabo de algun tiempo; y para señalar el segundo se le colocará en agua hirviendo, marcando con otra señal el punto en que el líquido se detenga. Para tomar el primer punto es conveniente y aun preferible la nieve al hielo producido por un agua cualquiera; pero para marcar el segundo se necesitan algunas precauciones: es indispensable que el agua sea destilada, que la vasija en que se contiene sea metálica, que el termómetro no se introduzca en el líquido y quede solo rodeado del vapor que se produce; el cual debe tener libre comunicacion con la atmósfera; y finalmente, se necesita consultar el barómetro para tener en cuenta la presión atmosférica, que, como veremos mas adelante, influye poderosamente en el punto de ebullición.

Tomados los dos puntos fijos del modo que va dicho, se coloca el termómetro sobre una plancha, en la cual se marcan los puntos tomados, y se divide el intervalo comprendido entre ambos en un número de partes iguales, que reciben el nombre de grados. Tres escalas termométricas son las usadas: la de Reaumur, la centígrada y la de Fahrenheit; la primera se verifica marcando cero en el punto del hielo fundente, ochenta en el de la ebullición, y dividiendo este espacio en ochenta grados ó partes iguales; la Centígrada señala cero como en la anterior y ciento en el punto de la ebullición, estando dividido en cien partes el intervalo correspondiente; y la de Fahrenheit marca treinta y dos en el hielo fundente y doscientos doce en el agua hirviendo, hallándose por consiguiente dividido este intervalo en ciento ochenta partes que, prolongadas por la parte inferior, nos darán el cero treinta y dos grados de estos, mas bajo que el de los otros dos termómetros. En todas las escalas puede prolongarse la división por la parte superior ó inferior, siendo estos últimos los que llamamos grados bajo cero.

Nada hay mas fácil que referir una escala á otra por medio de una simple proporción; así para reducir 40 grados centígrados á los de Reaumur, diríamos: las partes en que se halla dividida la escala centígrada, son á las en que se encuentra la de Reaumur, como 40 grados centígrados son el cuarto término, esto es,

$$100 : 80 :: 40 : x = \frac{40 \times 4}{5} = 8 \times 4 = 32 \text{ grados de Reaumur. Si fue-}$$

$$\text{sen dados 60 de Reaumur para reducir á centígrados, sería } 80 : 100 :: 60 : x;$$

$$4 : 5 :: 60 : x = \frac{5 \times 60}{4} = 5 \times 15 = 75 \text{ centígrados. Si se nos diesen 59 de Faren-}$$

$$\text{heit para reducirlos á Reaumur, notaríamos que el cero del segundo equivale á}$$

$$32 \text{ del primero, y que este se halla dividido en 180 partes en el intervalo que cor-}$$

$$\text{responde á 80 en el de Reaumur, así que, dirá, } 180 : 80 :: 59 - 32 : x; 9 : 4 :: 27 : x =$$

$$\frac{4 \times 27}{9} = 4 \times 3 = 12 \text{ de Reaumur. Si por el contrario se diesen 16 de Reaumur}$$

$$\text{para reducirlos á Fahrenheit, diríamos, } 80 : 180 :: 16 : x; 4 : 9 :: 16 : x = \frac{9 \times 16}{4} = 9 \times 4$$

=36, á los que añadidos los 32 que hay hasta el cero, darán 68 grados de Fahrenheit.

194. El *termómetro de máxima y mínima*, llamado *termómetrografo*, se compone de un tubo dos veces encorbado (fig. 87) terminado por dos depósitos; la parte inferior AB lleva mercurio y la superior del lado A va llena de alcohol, incluso el depósito C; la otra parte B lleva también alcohol hasta la mitad del depósito D, cuya otra mitad contiene aire; dos pequeños cilindros de vidrio con eje de hierro se encuentran en A y B sobre la superficie del mercurio destinados á servir de índices. Cuando la temperatura aumenta, todo el aparato se dilata, y como el aire es muy compresible, se reducirá de volumen por la presión que sobre él produce la dilatación de los líquidos, así que el índice B se elevará y permanecerá fijo en la posición que haya adquirido por medio de un pequeño resorte que lleva unido, diciéndonos por tanto la mayor altura á que ha llegado en ausencia del observador. Si la temperatura descende, los líquidos se contraen, y auxiliados por la fuerza elástica del aire que se hallaba comprimido, obligarán á elevarse el índice A, que conservará la posición que adquiriera, por las mismas razones expuestas al tratar de B. El lado ó índice B nos dará las temperaturas máximas y el A las mínimas. Este aparato se gradúa por comparación.

195. El *termómetro diferencial*, debido á Leslie, es un termómetro destinado á medir pequeñas diferencias de temperatura. Se compone de un tubo dos veces encorbado (fig. 88) terminado por dos esferas C y D; lleva ácido sulfúrico coloreado hasta cosa de la mitad de las ramas A y B, y aire en el resto del aparato. Si imaginamos que el tubo tenga el mismo calibre en todas sus partes, y que las esferas que le terminan sean perfectamente iguales, el líquido quedará á la misma altura en los dos brazos cuando la cantidad de aire y la temperatura sea igual en ambas esferas, y en este caso se marcará cero en los puntos A y B; rodeando en seguida la bola C con hielo á cero y la D con agua, v. gr. á 10°, el líquido descenderá en B por la elasticidad que el aire adquiere, y se elevará en A, en cuyo punto se marcará 10, se dividirá este intervalo en diez partes iguales, que serán grados termométricos, y se prolongará la división hasta la bola, y por la parte inferior hasta donde el tubo lo permita.

El *termómetro*, debido á Rumford (fig. 89), difiere del termómetro diferencial en tener la rama horizontal mas larga y cortas las verticales, y en que, en vez de llevar una columna de líquido, solo tiene una gota ó índice A de mercurio. La graduación es la misma que la del anterior; el índice estará en la mitad del tubo cuando sufra presiones iguales de cada lado, y allí se pondrá cero para proseguir luego idénticamente, como ya se ha explicado en el aparato precedente. Estos aparatos marcan siempre cero: cualquiera que sea la temperatura que los rodee, con tal que sea la misma para ambas esferas; de forma que los grados que señalan solo nos dicen la diferencia de temperatura entre las mismas.

196. En cuanto á *pirómetros*, la ciencia desea todavía uno que cumpla con todas las condiciones necesarias; pero entre los diferentes que se han propuesto, el de arcilla, debido á Wedgwood, es el mas usado. Se compone de dos reglas de

metal ó porcelana, ligeramente inclinadas y divididas en 240 partes iguales. Unos cilindros de arcilla, que se denominan piezas pirométricas, se acomodan exactamente en el cerco de la división que corresponde á la máxima abertura; los mismos que, sufriendo una contracción por el calor, se introducen hasta una división mas avanzada.

## LECCION XLIV.

### Calor radiante.—Influencia del estado de las superficies, y experimentos relativos á esta propiedad.

197. Un cuerpo, colocado en un recinto de una temperatura inferior á la suya, emite, lanza ó *radia* calor en todas direcciones. Para asegurarnos de esta propiedad no habrá mas que colocar el cuerpo en el vacío, y poner termómetros á igual distancia en todas direcciones, y se notará que suben todos igualmente: decimos que el cuerpo se coloque en el vacío, porque en el aire el experimento no saldría cual deseamos, elevándose mas la temperatura del termómetro colocado en la parte superior, en razón á que el aire calentándose por su contacto con el cuerpo y haciéndose menos denso en virtud de la dilatación, se elevaria estableciendo una corriente de aire caliente, que produciría la elevación del termómetro segun va dicho.

Si el cuerpo, en vez de hallarse en un recinto de temperatura inferior á la suya, se encontrase en uno de temperatura superior, el cuerpo recibiria calor, ó como vulgarmente se dice, se calentaria; y si estuviese en un recinto de una temperatura igual á la suya, ésta no sufriría variación alguna.

En el primer caso considerado, el cuerpo se enfria por la radiación, y este enfriamiento ó descenso de temperatura continúa hasta que haya equilibrio entre las temperaturas del cuerpo y del recinto, ó lo que es lo mismo, hasta que sean iguales. Para darse cuenta de cómo el enfriamiento se verifica, debemos recordar lo que decíamos al explicar la salida de los gases, lo cual facilita bastante la inteligencia de este fenómeno; así es que la velocidad del enfriamiento no será uniforme, ya tenga lugar la radiación en un recinto de temperatura variable ó constante. En el primer caso la diferencia entre las temperaturas del recinto y del cuerpo irá desapareciendo por el descenso de la temperatura del uno, y la elevación que este calor radiado producirá en el otro; y en el caso de ser invariable la temperatura del recinto, como sucedería si la radiación se verificase al aire libre, la diferencia disminuiria también, aunque con menos rapidez que en el caso anterior. En lo que ya dicho suponemos que el enfriamiento se verifica en el vacío, ó que solo es debido á la radiación; pero si así no fuese, las diferencias se aniquilarian mas pronto en razón al calor que al cuerpo robaria el gas que le rodease; mas en todos los casos, y sobre todo cuando el exceso inicial no excede de 15 á 20 grados, podemos admitir la ley de Newton, que nos dice que un cuerpo caliente pierde en cada momento una cantidad de calor proporcional al exceso de su temperatura sobre la del recinto.

198. La observacion y la experiencia nos enseñan, como veremos mas adelante, que los cuerpos radian á todas temperaturas; así que, llegado el caso de que la temperatura del cuerpo sea igual á la del recinto, la radiacion no cesa, y el equilibrio que se establece tiene por causa el recibir el cuerpo cantidades de calor iguales á las que emite, lo que se designa con el nombre de *equilibrio morible de temperatura*. De aquí resulta que todo cuerpo está sin cesar radiando y absorbiendo calor, de modo que se enfriará cuando emita una cantidad mayor que la que reciba, se calentará cuando absorva una cantidad mayor que la que radie, y no variará su temperatura cuando absorva cantidades iguales á las emitidas.

Los cuerpos pueden ser estudiados con relacion al calor radiante, bajo el aspecto de emitir ó radiar calor, ó ser enfriarse, bajo el de absorber este fluido ó calentarse, y tambien por la propiedad de rechazarle, reflejarle ó no admitirle. La propiedad emisiva ó radiante pende de la relacion entre la temperatura del recinto y la del cuerpo, de la naturaleza de éste y del estado de su superficie. La primera causa modificante se comprende muy bien en virtud de lo que dejamos establecido para el enfriamiento; puesto que el cuerpo radiará tanto mas y con tanta mayor energía, cuanto mas alta sea su temperatura respecto del recinto y de los cuerpos que le rodean: en cuanto á la segunda causa de modificacion, tambien sin dificultad se concibe que todos los cuerpos no radiarán igualmente, pero hay que reservar para mas adelante el fijar bien la influencia de esta circunstancia, lo cual verificaremos al tratar de la capacidad calorífica de los cuerpos. En cuanto á la influencia del estado de las superficies, nada hay mas fácil de hacer constar: se toma un cubo hueco de metal (*fig. 90*), conocido con el nombre de cubo de Leslie, el cual tiene cada una de sus cuatro caras laterales en estado diferente, una pulimentada, otra mate, otra barnizada de negro y la última de blanco. Se echa agua caliente en el cubo A, y colocando sucesivamente sus caras en frente de un espejo cóncavo C, que dirige el calor sobre la bola de un termómetro diferencial B, se nota que la cara ennegrecida radia mas y la pulimentada menos; así que para radiar calor son preferibles las superficies mates ó deslustradas y las ennegrecidas.

199. La facultad absorbente se halla modificada por las mismas circunstancias que la emisiva; pues que absorberá un cuerpo tanto mas calor cuanto mas baja sea su temperatura respecto de los que le rodean; y en cuanto á la naturaleza del cuerpo nos referimos á lo expuesto mas arriba. Por lo que respecta á la influencia del estado de la superficie, el mismo aparato de Leslie puede servir para el estudio de esta circunstancia. Se coloca en el cubo agua á la temperatura ordinaria, y se observa la elevacion de temperatura que produce un cuerpo caliente colocado sucesivamente á distancias iguales delante de cada una de sus caras; lo cual da que absorbe mas la cara ennegrecida y menos la pulimentada, que es lo mismo que se observó en la radiacion, de donde podemos concluir que el cuerpo que mas radia mas absorbe, ó que la facultad emisiva y la absorbente son iguales.

El calor radiante lanzándose á distancia notamos con facilidad que su accion ó intensidad decrece cuando la distancia aumenta; y nada hay mas fácil que darse

cuenta de la relacion que existe entre estos dos datos. Sea para esto un cuerpo A (*fig. 91*) colocado en el centro de una esfera BD, y ninguna duda puede quedarnos de que todo el calor radiado es recibido por la superficie interior de la esfera y distribuido con igualdad entre sus elementos: imaginemos ahora el cuerpo A en el centro de otra esfera EF de mayor radio, y tambien se verificará que todo el calor será recogido por su superficie interior y repartido con igualdad sobre sus elementos; pero esta superficie es mayor, y por consiguiente contiene mayor número de pequeñas porciones ó elementos, de donde resulta que siendo la misma la cantidad de calor absoluto recibirá una porcion menor cada uno de estos elementos; esta disminucion será en razon de las superficies de las esferas que sabemos son como los cuadrados de los radios, y como estos son las distancias del foco calorífico al punto considerado, resulta que la intensidad del calor radiante se halla en razon inversa del cuadrado de la distancia. Esta demostracion es la misma en el fondo que la expuesta para la intensidad del sonido, y la misma que corresponde á la intensidad de la luz.

#### LECCION XLV.

##### Reflexion del calor.—Reflexion aparente del frio. —Aplicaciones de la radiacion.

200. En la leccion anterior hemos visto que los cuerpos mates y deslustrados son mas á propósito para radiar y absorber calor; lo cual parece provenir, aun cuando no sea enteramente exacto, de que las asperezas de los no pulimentados, aumentan la totalidad de las superficies, y por consiguiente los puntos radiantes ó absorbentes.

Los cuerpos pulimentados, siendo los menos á propósito para calentarse y para enfriarse, lo son en mayor grado que los mates, para rechazar ó reflejar el calor. La reflexion del calor se verifica, del mismo modo que la del sonido, formando el ángulo de reflexion igual al de incidencia. Dejando para el estudio de la luz la verificacion de estas leyes y determinacion de los focos, pasamos á examinar experimentalmente lo concerniente á esta cuestion; para lo cual se disponen dos espejos parabólicos A y B (*fig. 92*), en frente uno de otro, de modo que tengan un eje comun; en el foco del espejo A, se colocan carbones encendidos, y en el de B, un trozo de yesca ó cosa semejante, y como por la propiedad de la parábola los rayos reflejados en el espejo A saldrán paralelos al eje, entrarán con el mismo paralelismo en B, donde se reflejarán de nuevo, reuniéndose en el foco, é inflamando la yesca, aun cuando haya diez ó doce y aun mas varas de distancia. Si en el foco A colocásemos un cuerpo caliente, como v. gr. un matraz con agua hirviendo, y en el foco de B un termómetro muy sensible, veriamos que la reflexion se verifica del mismo modo con el calor oscuro que con el que se encuentra acompañado de luz.

201. Si dejando el termómetro en el foco de B colocásemos en el de A un tro-

zo de hielo, veríamos que el termómetro bajaría, lo que á primera vista parece indicar una reflexión del frío igual á la del calor; pero no es de este modo como se verifica, sino por la radiación del calor. Cuando el cuerpo situado en A tenía una temperatura superior al colocado en B, ambos radiaban; pero la cantidad de calor absorbida por B, siendo superior á la que emitía, debía por precisión calentarse; pero ahora que el hielo emite una cantidad de calor menor que el termómetro, éste se halla en el caso de ser el cuerpo caliente, emitiendo mas calor del que recibe, y por lo mismo su temperatura debe descender. Esto nos dice que con efecto los cuerpos radian y absorven siempre, cualquiera que sea su temperatura, y al mismo tiempo nos convence de que no existe un fluido frigorífico diferente del calor; de modo que lo que designamos con el nombre de frío no es mas que un estado relativo respecto de otro en mas elevada temperatura, y con el cual comparamos: así es como la temperatura constante de un sótano algo profundo nos parece fría en verano y caliente en invierno; porque imaginando que la temperatura sea en lo interior de  $13^{\circ}$  R, esta será elevada en invierno, en que la exterior será de  $0^{\circ}$ , y la hallaremos fría en verano en que marcará el termómetro  $30^{\circ}$  en el exterior. Una cosa igual sucede con las aguas que corren por conductos algo profundos, que salen frescas en verano y calientes en invierno.

La influencia del estado de la superficie en los fenómenos de radiación y de absorción se hace notar en los vasos metálicos, que se enfrían mas pronto ó se calientan segun su caso, cuando están ya usados, y por consiguiente la superficie sin pulimento; que cuando están bien limpios, y la superficie por consiguiente pulimentada y brillante. Los tubos que han de conducir agua ó vapor, radiarán y calentarán el recinto, tanto mas enérgicamente, cuanto menor sea su pulimento. Las estufas vemos que se construyen de chapa metálica, y que no solo no se pulimentan, sino que se recubre de un barniz negro, con el objeto de que radie tan completamente como es posible, y mantenga suficientemente elevada la temperatura de la habitación.

## LECCION XLVI.

### Trasmision del calor radiante.—Aparato de Melloni considerado únicamente como un termómetro de gran sensibilidad.

202. El calor radiante puede trasmitirse al traves de los cuerpos, mas ó menos libremente, pero sin calentarlos sensiblemente en su tránsito. Tenemos un ejemplo sensible de esto en el calor solar que atraviesa la atmósfera sin calentarla; puesto que si así no fuese, la temperatura de esta sería decreciente desde las altas regiones hasta nosotros, cuando vemos que se verifica precisamente lo contrario, como lo atestiguan los viajes aereostáticos, y mas que todo la existencia de la region de las nieves perpétuas.

Durante mucho tiempo se habia creído que los cuerpos mas diáfanos ó transparentes para la luz, eran tambien los mas á propósito para dejar paso al calor; mas

después de los experimentos de Melloni, se ha reconocido que no se verifica precisamente de esta manera: así es que el cuerpo mas trasparente para el calor, es la *ral gemma*, cuya transparencia para la luz es muy inferior á la de otros muchos. Designándose los cuerpos transparentes para la luz con el nombre de diáfanos, y con el de opacos los que la interceptan, análogamente se han llamado *diatermanos* los que dejan paso al calor radiante, y *atermanos* los que no se dejan atravesar por este fluido.

La *diatermancia* de los líquidos da un medio fácil de hacer constar que los cuerpos no se calientan por dejar paso al calor radiante. Si disponemos una caída de agua formando una tabla que se renueve sin cesar, y colocamos de un lado un cuerpo caliente, y de otro un termómetro muy sensible, éste se elevará, lo cual prueba que el calor se trasmite, y la renovación rápida del cuerpo intermedio aleja completamente la idea de que pudiera verificarse calentándose sucesivamente las partes ó capas que le constituyen.

El aparato de Melloni (*fig. 93*) se compone de una pila termo-eléctrica A, cuya descripción no es de este lugar, de una lámpara de Locatelli B, ó de otro foco calorífico conveniente; de un montante donde se coloca el cuerpo C, que ha de transmitir ó reflejar el calor, y de dos pantallas D y E destinadas á establecer ó interceptar en un momento dado la comunicacion de los rayos caloríficos con el cuerpo C ó con la pila A. Los hilos de la pila comunican con un multiplicador, que no va indicado en la figura, y que es el que indica el efecto producido por el foco calorífico B sobre la pila A.

Con este aparato pueden verificarse todos los experimentos relativos al calor radiante, pudiendo variar la distancia del foco á la pila; la naturaleza del foco, que puede ser una lámpara como aparece de la figura, puede ser una lámina metálica ennegrecida y fuertemente calentada, puede ser una espiral de platino enrojida por una lámpara de alcohol, y puede ser tambien un cubo de Leslie, semejante al que ya hemos descrito. Se pueden colocar en C cuerpos capaces de reflejar el calor sobre la pila, para lo que el aparato tiene medios de situarlos bajo el ángulo necesario y correspondiente, ó cuerpos capaces de absorver el mismo fluido, y tambien cuerpos que dejen pasar mas ó menos bien el calor para el estudio de la diatermancia, y cuerpos que tengan espesores y curvaturas diferentes para el estudio del desvío ó refracción que el calor sufre al atravesarlos.

La sensibilidad de este aparato supera infinitamente á la de los termómetros ordinarios mas delicados; así es que por su medio pueden apreciarse pequeñas variaciones en la trasmision del calor radiante, provenientes no solo de la naturaleza del cuerpo sino de su espesor, de su pulimento y de la densidad respectiva de sus diferentes capas. Para hacer experimentos con los líquidos, se tienen vasijas de vidrio muy delgado y con las caras perfectamente paralelas, las cuales se colocan en C llenas del líquido que se trata de examinar.

## LECCIÓN XLVII.

**Dilatación de los cuerpos por el calor.—Coeficiente de dilatación en los sólidos.—Dilatación cúbica.**

203. Todos los cuerpos se dilatan por la acción del calor cuando éste aumenta, y se contraen por la disminución de este fluido. Al ocuparnos de la construcción del termómetro nos convencimos de que esta propiedad existía en los líquidos y en los gases, y por lo que respecta á los sólidos, no ofrece dificultad alguna el hacerlo constar. Se toma un cilindro de metal que ajuste exactamente con un anillo de lo mismo, se calienta fuertemente el cilindro, y se nota que ya no pasa por el anillo, lo que prueba la dilatación sufrida. La arcilla, que dijimos contraerse por el calor al explicar el pirómetro de Wedgwood, no es en realidad una excepción del fenómeno general; solo que en este cuerpo se verifica una combinación más íntima entre sus elementos, á lo que se añade la pérdida de una parte del agua que habitualmente posee, todo lo cual explica muy bien la disminución de volumen observada.

La fuerza del calor en la dilatación, siendo repulsiva entre las moléculas de los cuerpos, tiene que vencer necesariamente á la atractiva ó de cohesión que tiende á agruparlas; de aquí resulta, aunque no como causa única, que no teniendo todos los cuerpos la misma fuerza de cohesión entre sus partículas, tampoco se dilatarán igualmente por la adición de cantidades iguales de calor. Sabemos que en los cuerpos sólidos la fuerza de cohesión, aunque diferente para cada uno, es más enérgica que en los líquidos; y que en los aeriformes la fuerza atractiva es nula, puesto que las moléculas se hallan en estado continuo de repulsión: de aquí resulta necesariamente que, para cantidades iguales de calor, un cuerpo sólido se dilatará menos que un líquido, y éste menos aún que un gas cualquiera. Siendo los líquidos cuerpos intermedios, y observando la gran movilidad de sus moléculas, podemos decir que en ellos la fuerza atractiva ó de cohesión, se halla en equilibrio con la fuerza repulsiva ó del calor; y según prepondere una ú otra, los cuerpos pasarán á sólidos ó á aeriformes según su caso. Si la fuerza de cohesión prepondera por la disminución de la del calor, el cuerpo se convierte en sólido; como con el agua estamos viendo que sucede con frecuencia; y si se hace preponderante la fuerza repulsiva del calor, el cuerpo se transforma en aeriforme, como el agua misma nos está probando continuamente; y si en este estado gaseoso el calor disminuye, el cuerpo regresa al estado líquido, de acuerdo con esta teoría. La presión atmosférica, favoreciendo á la fuerza de cohesión, hace papel también en estos cambios de estado de que nos ocupamos.

204. La dilatación que sufre la unidad de volumen por la unidad de temperatura, es lo que se llama *coeficiente de dilatación*; el cual, por lo que llevamos expuesto, es más pequeño en los sólidos que en los líquidos, y aun más en estos que en los aeriformes. Para determinar el coeficiente de dilatación en los sólidos, es

necesario investigar si éste será el mismo para todos ellos, y si en un mismo cuerpo el coeficiente será el mismo á todas las temperaturas. En cuanto á lo primero vemos que el coeficiente no puede ser el mismo para todos los sólidos, puesto que la fuerza de cohesión que se le opone no es tampoco la misma para todos ellos; y por lo que respecta á lo segundo, observaremos que á medida que el calor va aumentando y produciendo una dilatación mayor sobre el cuerpo, la fuerza de cohesión ha ido disminuyendo por el alejamiento de las moléculas, y por consiguiente las nuevas cantidades de calor que vayan llegando, han de producir necesariamente un efecto mayor que las primeras; de donde se sigue que el coeficiente de dilatación aumenta con la temperatura.

La determinación del coeficiente de dilatación de los sólidos, ha sido objeto de numerosas investigaciones; y por último, el procedimiento de Lavoisier y Laplace, resolvió completamente la cuestión, no dejando nada que desear respecto á precisión y exactitud. En una artesa de metal, colocada sobre un tornillo, se pone horizontalmente una barra del cuerpo cuya dilatación se ha de hallar (*fig. 94*). Esta barra AB se halla fija por su extremidad A en un fuerte prisma de vidrio que impide que pueda extenderse por este lado, y la obliga por consiguiente á verificar su dilatación por B, en donde toca á una varilla EF, también de vidrio, que cuando el agua de la artesa, y por consiguiente la barra AB se hallan á 0°, conserva la posición vertical; en la parte E de esta varilla, lleva un anteojo HI, cuyo eje es perpendicular á la misma, y que sirve para dirigir la visual á una mira PQ colocada á 100 toesas de distancia. Calentando el agua de la artesa, la barra se dilata, empuja la varilla EF, y la hace tomar la posición EG, girando al rededor del eje E, y el anteojo por consiguiente adquiere la posición KL y dirige la visual LN; por este medio se obtuvo la medida exacta de la dilatación, pues que por una parte es fácil conocer la temperatura del baño, la cual irá creciendo por el calor que recibe del hornillo inferior, y por otra no ofrece dificultad la medida de lo que la barra se alarga, habiendo observado que un aumento de una línea en su longitud, hacia correr 744 sobre la mira PQ, de donde se sigue la posibilidad de apreciar un aumento de  $\frac{1}{744}$  de línea. Por este medio se han obtenido las dilataciones de los sólidos, y se ha visto que si bien es cierto que el coeficiente varía de un grado á otro, puede sin embargo tomarse como constante desde 0° á 200° centígrados.

La dilatación cúbica se examina admitiendo un cubo formado del cuerpo que deseamos, en el que, dilatándose del mismo modo todas las dimensiones, está reducido á formar el cubo con la expresión  $(1 + d)$  y despreciar el cuadrado y la tercera potencia que resultan, en cuyo caso se obtiene que la dilatación cúbica es el triple de la lineal.

## LECCION XLVIII.

**Coefficiente de dilatacion en los fluidos.—Aplicaciones de las dilataciones en general.—Péndulos de compensacion.—Termómetro de Breguet.**

205. El coeficiente de dilatacion de los líquidos es tambien diferente para cada cuerpo, y crece con la temperatura en cada uno. En estos cuerpos hay que distinguir la dilatacion aparente de la dilatacion real: la primera es la que se verifica comprendiendo el aumento de volumen de la vasija, y la segunda es la que tendria lugar si el vaso fuese de una materia no dilatante.

Para averiguar el coeficiente de dilatacion aparente, se toma un tubo de vidrio terminado en una esfera, y previamente dividido en partes alícuotas del volumen de la misma, se llena esta esfera del líquido y se coloca el tubo horizontalmente en un baño de líquido, cuya temperatura pueda elevarse por medio de un hornillo inferior. Termómetros colocados en el baño nos darán la temperatura, y el extremo de la columna líquida en el tubo propuesto, protegida en su caso por un índice de mercurio, nos dará la dilatacion para cada grado. El medio mas exacto es sin embargo el empleado por Dulong y Petit, que consiste en llenar del líquido una vasija terminada en un tubo capilar, conocer el peso de este líquido, y averiguar el de la porcion que hace salir la dilatacion en una temperatura conocida y hallar la relacion entre ambos.

Las principales investigaciones se han dirigido sobre el mercurio, por ser un líquido cuya importancia hemos visto en diferentes ocasiones, y se ha obtenido para su dilatacion aparente  $\frac{1}{5420}$  de su volumen á cero. El coeficiente de dilatacion real se puede obtener añadiendo al aparente lo que corresponde á la dilatacion del vaso, y ha dado para el mercurio  $\frac{1}{5550}$ .

El coeficiente de dilatacion de los líquidos varia con la temperatura en cada uno de ellos, siendo estas variaciones mas rápidas cerca de los cambios de estado; así es que el agua, que solo recorre en estado líquido la extension de la escala termométrica, es el cuerpo que presenta mas irregularidad en su coeficiente de dilatacion, y por lo mismo el mercurio, que recorre en estado líquido una extension de 400°, puesto que se solidifica á 40° bajo cero, y se reduce á vapor á 360°, tiene sus dilataciones sensiblemente proporcionales con los aumentos de temperatura entre 0° y 100°, por cuya causa es preferible para los termómetros.

206. El coeficiente de dilatacion de los gases puede determinarse por el mismo procedimiento que hemos explicado para los líquidos, haciendo el vacío en el tubo y en la esfera que le termina, llenándole de aire seco, ó del gas que necesitemos, y colocando un índice de mercurio que sirva para indicarnos la dilatacion y para separar el gas interior del aire exterior. Por este medio se ha obtenido que el coeficiente buscado es el mismo para todos los gases y constante á todas las temperatu-

ras, expresado por 0,00375; lo cual está conforme con la circunstancia que presentan de ser ellos nula la fuerza de cohesion. Sin embargo, muy modernamente, empleando medios mas exactos, se ha venido á establecer que el coeficiente no es el mismo para todos los gases ni á todas las temperaturas, lo cual se sospechaba hace mucho tiempo; pero estas variaciones son muy pequeñas, y tanto, que para las aplicaciones pueden mirarse como nulas.

Ahora se comprende la necesidad de la correccion de temperatura en el barómetro, puesto que el calor, aumentando en general el volumen del mercurio, le hace disminuir de densidad, y por consiguiente, la columna, pesando menos, tiene que llegar á mayor altura. Por razones análogas se necesita la correccion respectiva en la determinacion de las densidades, puesto que éstas cambian con la temperatura, por cuya razon para la determinacion de la densidad de los gases se necesita que los volúmenes iguales que se comparan se hallen á una misma presion y temperatura.

La máxima densidad de los cuerpos, parece que debe hallarse en el minimum de temperatura á que se los someta; pero sin embargo hay escepciones, como sucede con el agua. Si tomamos una esfera de marfil y la pesamos dentro del agua á diferentes temperaturas, veremos que pierde mas de su peso á 4, 1 centígrados, lo que nos dice que el maximum densidad del agua es á esta temperatura.

207. Las dilataciones de los sólidos tienen aplicacion para los péndulos, dando lugar á los llamados de compensacion. Sabemos que la longitud de la varilla influye en la duracion de las oscilaciones, y que esta longitud no será constante por la dilatacion ó contraccion que necesariamente han de producir las variaciones de temperatura; y en la imposibilidad de hacerlo de una sustancia no dilatante se han discurrido diferentes medios de corregir la dilatacion. Uno de ellos es (fig. 95) poner en vez de lenteja un vaso P con mercurio; cuando la temperatura se eleva, la varilla se dilata y el centro de oscilacion baja; pero dilatándose tambien el mercurio, el nivel Q se eleva y puede establecer la compensacion buscada. Otro medio es (fig. 96) hacer que la varilla C del péndulo se interrumpa en A en la parte superior de un bastidor B de acero, que lleva dentro otro D de laton, de cuya parte superior pende la varilla E y la lenteja L. Cuando la temperatura se eleva, se dilata todo el aparato, y la lenteja L y el centro de oscilacion debe bajar; pero la dilatacion del cuadro D de laton, debiendo verificarse indispensablemente por la parte superior, hará alzar la lenteja y establecerá así la compensacion.

El termómetro de Breguet se compone de tres láminas delgadas de plata, oro y platino, contorneadas en helice ó espiral, dispuestas de modo que la plata ocupe la parte convexa, el platino la cóncava, y el oro queda en el medio. Las variaciones de temperatura hacen que la espiral se arrolle ó desarrolle mas ó menos, lo cual marca una aguja que lleva á la extremidad sobre el limbo de un círculo dividido, en que se han colocado los grados termométricos marcados por comparacion con un buen termómetro de mercurio. Este aparato es muy apreciable, no solo por su sensibilidad, sino por la gran rapidez con que marca las variaciones transitorias de temperatura.

## LECCION XLIX.

**Conductibilidad de los cuerpos sólidos, líquidos y aeriformes.**

203. Averiguado ya el efecto que el calor produce sobre los cuerpos en su dilatación, nos falta examinar ahora el modo de propagarse este fluido en lo interior de los cuerpos mismos, que es lo que llamamos conductibilidad.

Los cuerpos no se calientan todos del mismo modo, ó en otros términos, no son igualmente conductores, habiendo entre los sólidos algunos, como los metales en general, que son *buenos conductores*; y otros, como la madera, que son *malos conductores*; así es como si tenemos una barra metálica enrojecida por un extremo, no la tocaremos impunemente á corta distancia de este extremo, y sí podremos verificarlo con un trozo de madera ó de carbon. Debe advertirse, sin embargo, que todos los cuerpos conducen mas ó menos bien el calor, y por tanto no hay cuerpo alguno que pueda ser mirado como no conductor.

La conductibilidad debe verificarse por radiación molecular, toda vez que las moléculas no se hallan en contacto, y se trasmite en el cuerpo de capa en capa, como lo prueba el irse haciendo sensible sucesivamente en las diversas secciones del mismo. El calor, transmitiéndose de este modo, se halla en su máximo en la parte del cuerpo que está en contacto con el foco, y va luego decreciendo mas ó menos rápidamente hasta el extremo opuesto; porque cada una de las secciones del cuerpo recibe de la anterior la cantidad de calor que ella tomó de la que la precede, pero disminuida con lo que ha radiado en el recinto en razon de su superficie. Para ver la influencia de la seccion y de su superficie no hay mas que observar qué es lo que sucede con dos varillas de una misma sustancia, v. gr. de hierro, pero de un diámetro muy pequeño en la una y considerable en la otra, poniéndolas en un foco de calor, de modo que se enrojezca uno de los extremos; podemos asir impunemente la mas delgada á corta distancia del trozo enrojecido, pero no nos será posible verificar lo mismo con la otra. Esto nos dice tambien la dificultad de hacer que una barra adquiera una temperatura uniforme, no habiendo mas medio que introducirla en un líquido para conseguirlo, que fue el procedimiento citado en las dilataciones.

Para ver la relacion que existe entre la distancia al foco y la elevación de temperatura, se hacen, á distancias iguales en la barra, huecos en que se puedan colocar las esferas de termómetros muy exactos, y se observa que para las distancias tomadas en progresion aritmética, las temperaturas decrecen en progresion geométrica.

209. Los líquidos son peores conductores del calor que los sólidos, y sin embargo se calientan con mas facilidad; lo que proviene de la gran movilidad de sus partículas. Un vaso calentado por la parte inferior, segun se acostumbra, hace

que la capa de líquido que toca al fondo sea la que se caliente la primera, ésta se dilata por el calor recibido, disminuye por consiguiente de densidad y se eleva á la parte superior, cediendo el sitio á la siguiente, que se eleva á su vez por la misma causa, y así continuando. Se da lugar, pues, á dos corrientes de partículas líquidas, las que forman las capas calientes que se elevan, y las que producen, las que llamaremos frias, que descienden; las primeras suben por la inmediación de las paredes de la vasija, pues que siendo un cuerpo sólido conduce mejor el calor, y ayuda, digámoslo así, á calentar las partes de líquido que le tocan, y cuya elevación franquea el camino á las que provienen del fondo; las segundas descienden por el eje del vaso para calentarse y elevarse á su vez por las paredes, y así prosiguiendo.

Por esta razon, si se separa el vaso del foco de calor, las corrientes aparecen todavía, pero en sentido contrario; las que descienden lo verifican por la inmediación de las paredes, y las que se elevan por el centro; en razon á que en virtud de la radiación, las paredes y las capas de líquido inmediatas son las que bajan primero de temperatura, contrayéndose y haciéndose mas densas por consecuencia, lo cual determina su descenso y la elevación de las mas calientes por el eje, para descender en seguida por la paredes, y así prosiguiendo hasta que el equilibrio de temperatura se establezca.

Para ver la mala conductibilidad de los líquidos no hay mas que calentarlos por la parte superior, en cuyo caso la capa mas próxima se calienta la primera, como anteriormente, se dilata y disminuye de densidad; pero como ocupa ya la parte superior, que es el sitio que á su menor densidad corresponde, permanece fija, y solo puede transmitir el calor á la siguiente por radiación molecular, como se verifica en los sólidos, sucediendo lo mismo en las capas siguientes unas respecto de otras; así se observa la poca conductibilidad de estos cuerpos, y que aun aparecería menor si no condujese calor el vaso en que están encerrados.

210. Los gases son aun peores conductores que los líquidos; pero no puede probarse empleando el mismo procedimiento, porque, en razon á la mayor movilidad de sus partículas, dan el mismo resultado por cualquier parte que se aplique el foco calorífico; por lo que el medio que se emplea es impedir las corrientes de gas, introduciendo en el vaso, en que le suponemos encerrado, cuerpos tales como algodon en rama, plumazon &c., que dejen mucho gas interpuesto y que dificulten, segun va dicho, la producción de las corrientes. Así puede observarse el tiempo que tarda un termómetro introducido en el centro en elevarse ó descender un número dado de grados.

Esta poca conductibilidad de los fluidos, puede, hasta cierto punto, explicarnos lo mal que conducen los sólidos pertenecientes á cuerpos muy porosos ó sustancias fibrosas, pues que en las cavidades habrá necesariamente fluidos que produzcan este efecto. Se comprende tambien cómo esta propiedad se une con lo expuesto en la radiación acerca de los medios de propagar ó de conservar el calor; empleándose para lo primero cuerpos buenos conductores, como sucede en las estufas construidas con planchar metálicas; y para lo segundo sirviéndose de cuer-

pos malos conductores, lo que explica el empleo de la piedra y de los ladrillos en la construcción de los hornos.

Lo expuesto acerca de la mala conductibilidad de los fluidos y producción de las corrientes, nos explica lo que se verifica en la atmósfera, en la que el aire, calentado en su parte inferior por el contacto, radiación y reflexión sobre la tierra, se dilata, y haciéndose menos denso, se eleva, siendo reemplazado por otro que se precipita de las regiones más frías á ocupar el espacio que aquel deja. El aire que se eleva lleva calor que es pronto absorbido por las capas superiores, y en las que sin embargo no aumenta de densidad por el enfriamiento, en razón á que la falta de presión que allí experimenta, produce una expansión que compensa superabundantemente, para el efecto de que tratamos, la disminución de temperatura.

### LECCION L.

#### Capacidad de los cuerpos para el calor.—Medios de medirla.—Consideraciones á que da lugar.

211. Los cuerpos, colocados en igualdad de circunstancias en presencia de un foco de calor, no adquieren todos una misma temperatura; así la cantidad de calor que bastará para elevar de  $20^{\circ}$  la temperatura de un cuerpo, podrá elevar á  $100^{\circ}$  la de otro, y tal vez solo de  $1^{\circ}$  la de un tercero. Esta circunstancia de necesitar los diferentes cuerpos cantidades también diferentes de calor, para variar un mismo número de grados su temperatura, es lo que se ha llamado *capacidad calorífica ó calor específico* de los cuerpos.

Para establecer comparaciones, ya que en esta cuestión, como en todas las semejantes, nada podemos determinar de un modo absoluto, hay que tomar la unidad de masa, pues que ella, y no el volumen, es la que influye en el calor adquirido, ya se consideren emanaciones ó vibraciones; pues siempre la radiación molecular, de que antes nos hemos ocupado, tendrá lugar en razón al número de estas mismas moléculas, que son las que han de adquirir ó perder el calor de que se trata. Así diremos, que *capacidad calorífica de un cuerpo es la cantidad de calor que necesita la unidad de masa para variar la unidad de temperatura.*

Para darnos cuenta de estas diferencias entre las cantidades de calor que producen un mismo cambio de temperatura, observaremos que si reunimos una libra de agua líquida á  $0^{\circ}$  con otra libra á  $40^{\circ}$ , nos resultarán dos libras á la temperatura media de  $20^{\circ}$ ; pero si ponemos una libra de agua como antes á  $0^{\circ}$  con otra libra de mercurio á  $100^{\circ}$ , tendremos dos libras en su reunión como anteriormente, y la mezcla marcará  $3^{\circ}$ , lo que nos dice que el mercurio ha perdido  $97^{\circ}$ , que solo han podido elevar de  $3^{\circ}$  una masa igual de agua, ó que la cantidad de calor, capaz de elevar de  $3^{\circ}$  un peso dado de agua, elevará de  $97^{\circ}$  un peso igual de mercurio; de donde resulta que las capacidades caloríficas se hallan en razón inversa de las variaciones de temperatura.

Las capacidades caloríficas se determinan por tres métodos distintos, que son: el

de las *mezclas*, el del *calorímetro* y el del *enfriamiento*. El primero consiste en mezclar dos cuerpos á temperaturas conocidas y tomar la de la mezcla, que es lo que antes hemos expuesto respecto al agua y al mercurio; método muy exacto, pero que necesita numerosas correcciones respecto á la masa de la vasija, respecto al líquido evaporado durante la operación, y respecto al calor radiado ó absorbido por la vasija en el recinto.

El segundo procedimiento, debido á Lavoissier y Laplace, consiste en el aparato llamado calorímetro, que es un vaso de enrejado de hierro (*fig. 97*) M donde se coloca el cuerpo, el cual va rodeado por hielo machacado y á  $0^{\circ}$  contenido en el vaso ACD, y éste se halla rodeado por el hielo en igualdad de circunstancias que llena el BEF, el cual tiene una llave B para que salga el líquido producido, y el interior da salida al mismo líquido por la llave y tubo A, que atraviesa el depósito exterior sin comunicar con él, y finalmente lleva una tapadera con un reborde que se llena también de hielo fundente. Conocida la temperatura del cuerpo colocado en M, sabemos que radiará calor hasta llegar á  $0^{\circ}$ , esto es, hasta establecerse el equilibrio de temperatura, y este calor desprendido ha de fundir necesariamente una cantidad de hielo, cuya agua producida saldrá por A, y será pesada con sumo cuidado; se concibe perfectamente por lo que va dicho que dos cuerpos de igual masa y temperatura, sus capacidades caloríficas serán como las cantidades de hielo fundidas. La capacidad exterior BEF se llena de hielo fundente, á fin de que la radiación de los cuerpos circunvecinos no ejerza acción sobre el hielo que rodea al cuerpo.

Si se tratase de un líquido sería necesario introducirle en una vasija, cuya capacidad calorífica conociésemos previamente para poder descontar en el resultado final la parte correspondiente á ésta, y deducir con exactitud lo que corresponde al líquido propuesto.

El método de enfriamiento consiste en ver lo que tardan los cuerpos en descender un número de grados de temperatura, supuestas enteramente iguales las condiciones para la radiación en ambos, y sus capacidades se hallarán en razón de los tiempos empleados.

Las capacidades caloríficas de los cuerpos no son las mismas á todas las temperaturas; necesitando un cuerpo tanta más cantidad de calor para elevar un grado su temperatura, cuanto más alta sea aquella en que le consideramos, que es lo mismo que decir, que las capacidades crecen con la temperatura.

212. Para determinar las capacidades de los gases se hace pasar por un serpiente, rodeado de agua, una corriente constante de gas á una temperatura superior á la del líquido, al cual cederá calor y elevará poco á poco su temperatura. Haciendo igual operación con el aire, ó con otro gas que se haga pasar también con la misma velocidad, cederá una cantidad diferente de calor, y por consiguiente la temperatura de equilibrio será diferente también de la primera. Con estos datos se puede hallar la capacidad calorífica de gas, conocida su temperatura inicial y la cantidad perdida al atravesar el serpiente.

Las capacidades caloríficas explican lo que decíamos en la radiación respecto á

la naturaleza de los cuerpos; pues que desde luego se echa de ver que en igualdad de todas las demás circunstancias, el cuerpo que haya necesitado mayor cantidad de calor para elevar un grado de temperatura, habrá de desprender mayor cantidad para el descenso de ese mismo grado, ó lo que es lo mismo, radiará tanto mas cuanto mayor sea su capacidad calorífica. Sucede lo mismo en las dilataciones, pues que el cuerpo se dilata en razon del calor recibido y no de lo que marca el termómetro; así es que nada tiene de extraño que el coeficiente de dilatacion sea diferente para cada cuerpo, puesto que el calor necesario para elevar su temperatura de un grado es tambien diferente en cada uno, y tampoco debe sorprender que el coeficiente aumente con la temperatura, puesto que tambien aumenta la capacidad calorífica.

En la conductibilidad se nota que tambien tiene influencia esta propiedad en la razon de una y otra progresion, ó sea en la rapidez del descenso de temperatura á una distancia dada del origen. Vemos por todo esto que la cuestion de las capacidades caloríficas, no solamente es importante por sí misma, sino que arroja una nueva luz que permita explicar y profundizar los fenómenos de que anteriormente nos hemos ocupado.

## LECCION LI.

### Cambio de estado de los cuerpos.—Tránsito de sólido á líquido y vice versa.—Calor latente.—Medios de apreciarle.

213. Desde las primeras lecciones hemos admitido que el cambio de estado de los cuerpos era producido por el agente llamado calor; pero en la altura que ya nos encontramos se debe averiguar del modo que estos tránsitos se verifican. Hemos expuesto, al tratar de las dilataciones, las condiciones necesarias para que un cuerpo se halle en uno ú otro de los tres estados en que puede presentarse; así que concebiremos muy bien que un cuerpo sólido sufriendo la accion de un foco de calor, debe dilatarse, é ir por consiguiente aumentando la fuerza repulsiva, y disminuyendo la atractiva hasta llegar á ser ambas iguales, ó estar en equilibrio. en cuyo caso el cuerpo pasará y se hallará en estado líquido.

Estudiando detenidamente el fenómeno, se observa que, para que el cambio de estado se verifique, es indispensable que la accion del foco de calor no cese, ni el cuerpo se aleje de su inmediata esfera de actividad; y además, que el tránsito no se verifica de un modo brusco, sino que va produciéndose sucesivamente, aunque con mas ó menos rapidez, segun la energía del foco. Se observa tambien que la temperatura del cuerpo se eleva hasta empezar á convertirse en líquido, en cuyo caso permanece estacionaria, en tanto que el cambio se verifica, y continúa elevándose luego que todo el cuerpo se ha reducido á líquido. Esta temperatura fija es siempre la misma para cada cuerpo, y diferente para cada uno de ellos.

Esta es la razon de elegir para uno de los puntos fijos del termómetro la temperatura del hielo fundente, porque siempre es la misma, y como permanece constante todo el tiempo que dura la licuacion, nos facilita el marcarla con exactitud. Allí se pone cero, porque es el principio de la escala; pero pudiera ponerse otro número cualquiera, como resulta en el termómetro de Fahrenheit, toda vez que este punto es el cero del aparato, pero no el cero de calor que siempre nos será desconocido.

Importa mucho averiguar qué se hace del calor que el foco emite durante el cambio de estado, puesto que es insensible al termómetro. Este calor queda oculto en el cuerpo, como lo prueba su aparicion ó desprendimiento al regresar al estado sólido; así ha recibido el nombre de *calor ó calórico latente*: este calor se emplea en mantener las moléculas á las distancias necesarias para que el cuerpo afecte el estado líquido, y no influye ni se hace sensible en la temperatura del cuerpo.

214. Tampoco la solidificacion ó regreso de los cuerpos de líquido á sólido se verifica de un modo brusco ó instantáneo; pero aquí ya se hallan causas que hacen que este punto no sea tan fijo como el de la licuacion, por cuya razon se ha destinado para punto fijo del termómetro el de la fusion del hielo y no el de la solidificacion del agua. Con efecto, y dejando aparte que el agua sea mas ó menos pura, lo que en realidad constituye ya un líquido diferente, este cuerpo puede estar algunos grados bajo cero sin congelarse, lo cual se verifica estando el líquido en una tranquilidad perfecta, ó introducido en tubos capilares.

Líquidos hay tambien, como el éter y el alcohol, que no se solidifican nunca, por cuya razon se prefiere el alcohol al mercurio en la construccion de termómetros que hayan de servir para muy bajas temperaturas; no solo porque el mercurio se solidifica á 40°, sino que el coeficiente de dilatacion del mercurio no puede mirarse como constante hasta este punto; y el del alcohol que no lo es en temperaturas altas por hallarse cerca de su punto de ebullicion, que es á 78°, tiene toda la regularidad deseada en las bajas temperaturas.

La medida del calor latente puede efectuarse al pasar el cuerpo de sólido á líquido, ó en el cambio contrario; esto es, puede medirse cuando le absorbe, ó tambien cuando le desprende, ó pasa, como se dice, á ser *calórico sensible*. El procedimiento no difiere sensiblemente del método de las mezclas, espuesto con otro objeto y en otro lugar; todo está en poner el cuerpo que haya de liquidarse en contacto con el mismo cuerpo, á fin de que la capacidad calorífica sea tambien la misma, á una temperatura suficientemente elevada para que la fusion sea completa, y tomar la temperatura final que nos dirá la cantidad que ha absorbido la parte sólida para liquidarse.

Así es que si ponemos una libra de agua líquida á 0° con otra libra á 79° resultan dos libras á la temperatura media de 39,5; pero si empleamos una libra de hielo á 0° y otra de agua á 79°, obtendremos dos libras de agua á 0°; luego los 79° de la una libra han sido empleados en fundir la otra, y por lo tanto el número 79° expresa el calor latente del agua.

Esto explica la dificultad de congelarse el agua en grandes masas, porque para

la naturaleza de los cuerpos; pues que desde luego se echa de ver que en igualdad de todas las demás circunstancias, el cuerpo que haya necesitado mayor cantidad de calor para elevar un grado de temperatura, habrá de desprender mayor cantidad para el descenso de ese mismo grado, ó lo que es lo mismo, radiará tanto mas cuanto mayor sea su capacidad calorífica. Sucede lo mismo en las dilataciones, pues que el cuerpo se dilata en razon del calor recibido y no de lo que marca el termómetro; así es que nada tiene de extraño que el coeficiente de dilatacion sea diferente para cada cuerpo, puesto que el calor necesario para elevar su temperatura de un grado es tambien diferente en cada uno, y tampoco debe sorprender que el coeficiente aumente con la temperatura, puesto que tambien aumenta la capacidad calorífica.

En la conductibilidad se nota que tambien tiene influencia esta propiedad en la razon de una y otra progresion, ó sea en la rapidez del descenso de temperatura á una distancia dada del origen. Vemos por todo esto que la cuestion de las capacidades caloríficas, no solamente es importante por sí misma, sino que arroja una nueva luz que permita explicar y profundizar los fenómenos de que anteriormente nos hemos ocupado.

## LECCION LI.

### Cambio de estado de los cuerpos.—Tránsito de sólido á líquido y vice versa.—Calor latente.—Medios de apreciarle.

213. Desde las primeras lecciones hemos admitido que el cambio de estado de los cuerpos era producido por el agente llamado calor; pero en la altura que ya nos encontramos se debe averiguar del modo que estos tránsitos se verifican. Hemos expuesto, al tratar de las dilataciones, las condiciones necesarias para que un cuerpo se halle en uno ú otro de los tres estados en que puede presentarse; así que concebiremos muy bien que un cuerpo sólido sufriendo la accion de un foco de calor, debe dilatarse, é ir por consiguiente aumentando la fuerza repulsiva, y disminuyendo la atractiva hasta llegar á ser ambas iguales, ó estar en equilibrio. en cuyo caso el cuerpo pasará y se hallará en estado líquido.

Estudiando detenidamente el fenómeno, se observa que, para que el cambio de estado se verifique, es indispensable que la accion del foco de calor no cese, ni el cuerpo se aleje de su inmediata esfera de actividad; y ademas, que el tránsito no se verifica de un modo brusco, sino que va produciéndose sucesivamente, aunque con mas ó menos rapidez, segun la energía del foco. Se observa tambien que la temperatura del cuerpo se eleva hasta empezar á convertirse en líquido, en cuyo caso permanece estacionaria, en tanto que el cambio se verifica, y continúa elevándose luego que todo el cuerpo se ha reducido á líquido. Esta temperatura fija es siempre la misma para cada cuerpo, y diferente para cada uno de ellos.

Esta es la razon de elegir para uno de los puntos fijos del termómetro la temperatura del hielo fundente, porque siempre es la misma, y como permanece constante todo el tiempo que dura la licuacion, nos facilita el marcarla con exactitud. Allí se pone cero, porque es el principio de la escala; pero pudiera ponerse otro número cualquiera, como resulta en el termómetro de Fahrenheit, toda vez que este punto es el cero del aparato, pero no el cero de calor que siempre nos será desconocido.

Importa mucho averiguar qué se hace del calor que el foco emite durante el cambio de estado, puesto que es insensible al termómetro. Este calor queda oculto en el cuerpo, como lo prueba su aparicion ó desprendimiento al regresar al estado sólido; así ha recibido el nombre de *calor ó calórico latente*: este calor se emplea en mantener las moléculas á las distancias necesarias para que el cuerpo afecte el estado líquido, y no influye ni se hace sensible en la temperatura del cuerpo.

214. Tampoco la solidificacion ó regreso de los cuerpos de líquido á sólido se verifica de un modo brusco ó instantáneo; pero aquí ya se hallan causas que hacen que este punto no sea tan fijo como el de la licuacion, por cuya razon se ha destinado para punto fijo del termómetro el de la fusion del hielo y no el de la solidificacion del agua. Con efecto, y dejando aparte que el agua sea mas ó menos pura, lo que en realidad constituye ya un líquido diferente, este cuerpo puede estar algunos grados bajo cero sin congelarse, lo cual se verifica estando el líquido en una tranquilidad perfecta, ó introducido en tubos capilares.

Líquidos hay tambien, como el éter y el alcohol, que no se solidifican nunca, por cuya razon se prefiere el alcohol al mercurio en la construccion de termómetros que hayan de servir para muy bajas temperaturas; no solo porque el mercurio se solidifica á 40°, sino que el coeficiente de dilatacion del mercurio no puede mirarse como constante hasta este punto; y el del alcohol que no lo es en temperaturas altas por hallarse cerca de su punto de ebullicion, que es á 78°, tiene toda la regularidad deseada en las bajas temperaturas.

La medida del calor latente puede efectuarse al pasar el cuerpo de sólido á líquido, ó en el cambio contrario; esto es, puede medirse cuando le absorbe, ó tambien cuando le desprende, ó pasa, como se dice, á *ser calórico sensible*. El procedimiento no difiere sensiblemente del método de las mezclas, espuesto con otro objeto y en otro lugar; todo está en poner el cuerpo que haya de liquidarse en contacto con el mismo cuerpo, á fin de que la capacidad calorífica sea tambien la misma, á una temperatura suficientemente elevada para que la fusion sea completa, y tomar la temperatura final que nos dirá la cantidad que ha absorbido la parte sólida para liquidarse.

Así es que si ponemos una libra de agua líquida á 0° con otra libra á 79° resultan dos libras á la temperatura media de 39,5; pero si empleamos una libra de hielo á 0° y otra de agua á 79°, obtendremos dos libras de agua á 0°; luego los 79° de la una libra han sido empleados en fundir la otra, y por lo tanto el número 79° expresa el calor latente del agua.

Esto explica la dificultad de congelarse el agua en grandes masas, porque para

verificarlo está desprendiendo  $79^{\circ}$  de calor que influyen en el ambiente y retardan la operacion; y del mismo modo, teniendo para liquidarse que absorber los mismos  $79^{\circ}$  y habiendo de sacarlos del recinto y de los cuerpos circunvecinos, explica perfectamente el frio que se advierte en la inmediacion de un depósito de agua que se destiela.

### LECCION LII.

#### Tránsito de líquido á vapor y regreso de éste al estado líquido.—Calor latente del vapor de agua.

215. En el tránsito de los cuerpos de líquido á vapor se verifica tambien como en el de sólido á líquido una absorcion de calor, puesto que el cambio no tiene lugar de un modo brusco, y que un termómetro introducido en la masa indica una temperatura constante en todo el tiempo que dura la produccion del vapor. No podemos decir aquí sin muchas restricciones que siempre tenga lugar el tránsito á una misma temperatura, pues hay no pocas causas que la hacen variar, como veremos en la leccion siguiente.

Este calor latente de los vapores se desprende y pasa á ser libre en el regreso del cuerpo al estado líquido, como se verificaba en el paso de líquido á sólido. En este caso, como en los anteriores, se observa que el calor latente es diferente para cada cuerpo; lo que está conforme con su diferente conductibilidad y poder radiante, y sobre todo con la diferente capacidad calórica.

Para medir el calor latente de los cuerpos líquidos hemos visto en la anterior leccion el medio que puede en general emplearse, que consiste en averiguar directamente por el método de las mezclas la cantidad absorbida que es exactamente el calor latente que buscamos; en el caso presente, en que se trata de averiguar el calor latente de los vapores, es necesario valerse del medio que pudiéramos llamar contrario, esto es, medir el calor que desprenden al regresar al estado líquido; así es como se ha averiguado que el agua en vapor abandona una cantidad de calor capaz de elevar á  $543^{\circ}$  una cantidad igual de líquido á  $0^{\circ}$ , ó elevar de  $1^{\circ}$  una masa del mismo líquido 543 veces mayor. Este número  $543^{\circ}$  espresa el valor latente del vapor de agua á  $100^{\circ}$ , que es la temperatura ordinaria de su formacion; pero el calor total viene representando por la suma, y es por consiguiente igual á  $643^{\circ}$ .

Este calor latente no es constante á todas las temperaturas, siendo tanto mas considerable cuanto éstas son mas elevadas.

La considerable cantidad de calor que abandona el vapor de agua, le hace muy á propósito para calentar un baño, ó para otros usos parecidos; así se emplea tambien para calentar las habitaciones dirigiéndole por tubos metálicos para que sean buenos conductores, y ennegreciéndolos exteriormente para que radien el calor en el recinto que se trata de calentar.

El calor latente que observen los cuerpos al reducirse á vapor explica el frio

producido en estos casos; así es como se advierte un gran descenso de temperatura echando en la mano algunas gotas de un líquido volátil, pues que al reducirse á vapor ha de absorber necesariamente el calor latente necesario, y en la ausencia de foco de calor que inmediatamente le produzca tiene que sacarlo del cuerpo ó cuerpos mas inmediatos: así es que roba calor de la mano, dando lugar al frio ó descenso de temperatura que experimentamos. Siempre que los líquidos se reducen á vapores, sin hallarse en contacto con un foco de calor, producen frio en los cuerpos que se hallan al derredor, como acabamos de explicar, así es como se enfria el agua en nuestras alcarrazas, las cuales consiste su bondad en que sean muy porosas para que se recubran exteriormente de una capa de líquido, que reduciéndose á vapor roba calor del vaso y del agua que contiene, y la enfria con tanta mas rapidez cuanto la capa líquida se renueva mas prontamente, para evaporarse como la anterior y ser reemplazada por otra, que produce á su vez el mismo efecto, y así continuando.

### LECCION LIII.

#### Ebullicion.—Vaporizacion.—Evaporacion.

216. Para la producción de los vapores, cuando el líquido se halla en comunicacion inmediata con el foco de calor, se necesita la presencia del fenómeno que denominamos *ebullicion*. Sabemos que un líquido calentado por la parte inferior produce corrientes de moléculas calientes que suben por las paredes, y de moléculas que hemos llamado frias, que descienden por el eje; esto nos dice que las capas inferiores son las que, permaneciendo el vaso al fuego, tienen siempre mas elevada temperatura, y como aumentando el calor, la fuerza de cohesion del líquido se va debilitando, llegará un momento en que sea nula, y en que por consiguiente la capa inferior, que por lo que va dicho será la primera que se halle en este caso, se reduzca á vapor, y por consiguiente se eleve al través del líquido para dejar sitio á otra que adquirirá el mismo estado, se elevará á su vez, y así prosiguiendo.

Si colocamos una vasija con agua encima de un foco de calor, observaremos primeramente una especie de silbido que proviene del aire que se dilata, se desprende y se eleva para lanzarse á la atmósfera; en seguida empieza un ruido sordo, como vulgarmente se dice, que va aumentando sin cesar como si fuese aproximándose, y se produce al mismo tiempo una agitacion creciente en la masa líquida, lo cual proviene de que las capas líquidas del fondo, reducidas á vapor y elevándose en virtud de su menor densidad, llegan á capas mas frias que liquidan á las primeras, pero abandonando éstas, la gran cantidad de calor latente que poseen, calientan al líquido de modo que permita el libre paso del vapor que llegue en seguida: así es que las burbujas de vapor formadas en el fondo estallan en capas cada vez mas próximas á la superficie, lo que produce el ruido de que antes hemos hablado; finalmente, las burbujas llegan á la superficie donde estallan, el vapor se lanza á la atmósfera y la ebullicion se verifica plenamente entonces.

El líquido para hervir tiene que vencer la cohesion de sus moléculas, la adherencia con las paredes, ó mejor con el fondo de la vasija y la presion atmosférica, á la que hay que añadir, puesto que el vapor se forma en el fondo, la presion que la columna líquida produzca sobre el mismo. La diferente cohesion que debe vencer el líquido para reducirse á vapor, puede explicarnos por qué el punto de ebullicion no es el mismo en los diferentes cuerpos en igualdad de todas las demas circunstancias: la adherencia con la sustancia de la vasija nos dice por qué hierven los líquidos, antes cuando los vasos son metálicos que cuando son de vidrio ó porcelana; y finalmente, la influencia de la presion nos explica la razon de hervir mas pronto los líquidos en vasos de poca profundidad que en los que tienen considerable, y la observacion y la experiencia dan que el punto de ebullicion varia con la presion barométrica, lo que se concibe muy bien, puesto que es un peso ó obstáculo que se opone á la difusion del vapor.

Ahora comprenderemos la razon de elegir el punto de ebullicion del agua para punto fijo del termómetro, y la necesidad de las precauciones que allí esplicábamos, inclusa la de no introducir el aparato en el líquido y solo rodearle con el baño de vapor producido, porque la única capa que tiene la temperatura del vapor formado, y que designamos por  $100^{\circ}$ , es la superior, pues en las demas la temperatura crece con la profundidad de la masa.

La influencia de la presion barométrica nos da medios de anticipar ó retardar el punto de ebullicion de los líquidos. Efectivamente, en el vacío puede hacerse hervir el agua á una temperatura de  $35^{\circ}$  á  $40^{\circ}$ , y los demas líquidos análogamente; y si queremos retardar el punto de ebullicion, nos valdremos de la llamada olla ó marmita de Papin, que consiste en una vasija de bronce (fig. 98) de paredes gruesas, cubierta con una tapadera sajeta fuertemente con un tornillo; en ella conseguiremos elevar la temperatura del líquido sin mas limites que los de la resistencia del vaso, pues que, no pudiendo lanzarse el vapor á la atmósfera, se forma una artificial que impide la ebullicion, y la temperatura puede elevarse como hemos dicho. Por esta razon advertiamos en la graduacion del termómetro que el vaso en que hervia el agua quedase abierto, pues de otro modo la temperatura no sería la que necesitamos. Por la misma razon, el termómetro de alcohol, aunque el líquido hierve á  $78^{\circ}$ , puede marcar  $100^{\circ}$ , y aun mas, pues que hallándose cerrado, forman los vapores la atmósfera artificial de que hemos hablado.

217. Este modo de producirse los vapores recibe el nombre de *vaporizacion*, y se da el de *evaporacion* á los producidos sin foco inmediato de calor, ó digamos sin ebullicion. Los líquidos están siempre evaporándose mas ó menos rápidamente, y el calor latente necesario lo sacan de los cuerpos circunvecinos, del aire y del líquido mismo; por esta razon la evaporacion produce frio, como hemos examinado en la leccion anterior. Fundándonos en esto, se puede llegar á helar el agua en el vacío; se coloca una vasija metálica de poco fondo con el agua destinada al experimento, se pone en su inmediacion un vaso con ácido sulfúrico concentrado, y se hace el vacío; la evaporacion es rápida, puesto que no hay el obstáculo de la presion del aire, mas esto produciria poco porque esta presion se

reemplazaria pronto con la que prodújese la fuerza elástica del vapor emitido, pero el ácido sulfúrico absorbe los vapores á medida que se forman, y por consiguiente el vacío y la evaporacion continúan, el calor latente necesario es producido por el agua misma, la que por consecuencia se enfria hasta el punto de congelarse.

La evaporacion difiere de la vaporizacion en el modo y en la rapidéz de formarse los vapores; en la vaporizacion se forman en el fondo y atraviesan la masa líquida para dirigirse á la atmósfera, y en la evaporacion se producen en la superficie; en la vaporizacion se desprenden rápidamente, pues la presencia del foco calorífico comunica todo el calor latente necesario; en la evaporacion la produccion es mas lenta porque ha de sacar el calor latente, segun va dicho, del recinto y de los cuerpos que le rodean; pero el vapor es idéntico en ambos casos, y por uno y otro procedimiento puede hacerse desaparecer el líquido de una vasija.

## LECCION LIV.

## Tensiones de los vapores.—Medida de sus fuerzas elásticas.

218. La cantidad de vapor que un líquido puede emitir está modificada por la naturaleza del mismo, por la temperatura y por la capacidad del recinto. Los líquidos situados en recintos iguales y á la misma temperatura, no emiten la misma cantidad de vapor; así como un mismo líquido en un mismo recinto no emite tampoco la misma cantidad de vapor á todas las temperaturas, produciendo mayor cantidad cuanto mas alta sea ésta, y tambien un mismo líquido, y á una temperatura dada producirá tanto mas vapor cuanto mayor sea la capacidad del recinto. Resulta de aquí que un líquido dado, colocado en un recinto determinado y á una temperatura dada, no emite tampoco mas que una cantidad dada de vapor y cuando esto se ha verificado se dice que el recinto está saturado de vapor.

Los vapores en virtud de su fuerza elástica desenvuelven una tension variable con la naturaleza del líquido y creciente con la temperatura, cuyo maximum se halla respectivamente en el punto de saturacion. Los líquidos producen la misma cantidad de vapor en un recinto dado, ya esté vacío ó se halle ocupado por aire ó por otro gas; solo hay diferencia en la rapidéz de la formacion, pues que en el vacío ésta es instantánea, y en el aire es mas lenta por tener que acomodarse sucesivamente el vapor en los intersticios de aquel fluido.

Para demostrar la influencia de las circunstancias examinadas y medir las fuerzas elásticas de los vapores en las temperaturas ordinarias, se emplea el que se ha convenido en llamar *barómetro de vapor*, que consiste (fig. 99) en un barómetro ordinario con una cubeta muy profunda; se le concluye de llenar al construirle con una porcion del líquido cuyos vapores queremos examinar, el cual al invertir el tubo se dirigirá á la parte superior en virtud de su menor densidad, quedando por lo tanto sobre la columna de mercurio, terminada que sea la construccion del

aparato. El líquido producirá los vapores necesarios para la saturación de la cámara barométrica, quedando aun sobre el mercurio una parte de líquido que suponemos en exceso; la fuerza elástica de los vapores en este caso se hallará medida por la diferencia entre la altura del mercurio en este barómetro y en otro común y ordinario. Así dispuesto el aparato, y visto que podemos variar de cuerpo para estudiar la influencia del mismo, hallamos que no hay tampoco dificultad en variar la temperatura y la extensión ó capacidad del recinto; haciendo variar la temperatura, se observa que á medida que ésta aumenta, el mercurio desciende y el líquido que se halla encima disminuye, lo que nos dice que la cantidad de vapor y la fuerza elástica aumentan con la temperatura; si conservamos la temperatura invariable y hacemos variar la capacidad de la cámara barométrica, lo que estará reducido á introducir mas ó menos el tubo en la cubeta, notaremos que al disminuir el recinto, aumenta la cantidad de líquido, lo que proviene de que una parte de vapor abandona su estado elástico, pero la altura de la columna mercurial no varía, lo que prueba que la fuerza elástica permanece la misma: si por el contrario aumentamos la capacidad sacando en parte el tubo de la cubeta, observaremos que el líquido disminuye por la producción de nuevos vapores, pero la fuerza elástica permanece aun la misma, como lo prueba la constancia en la altura del mercurio. Esto nos dice que hay una tensión máxima para los vapores, de la cual no participan los gases, los que aumentarían de fuerza elástica al disminuir la capacidad y disminuirían al aumentarla; debe sin embargo tenerse presente que á los vapores les pasaria lo que á los gases en el caso de haber puesto poco líquido y que todo se hubiese reducido á vapor.

219. Si necesitásemos conocer las fuerzas elásticas de los vapores en temperaturas inferiores á  $0^{\circ}$ , se emplearía el mismo aparato, solo que se encorvaría la parte de tubo correspondiente á la cámara barométrica para introducirle en un vaso que contuviese una mezcla frigorífica convenientemente dispuesta.

Si quisiésemos determinar las fuerzas elásticas en temperaturas superiores á  $100^{\circ}$ , habría que colocar el líquido en una caldera y servirse de un manómetro ó tubo de Mariotte para averiguarlo.

Si en el barómetro de vapor elevamos suficientemente la temperatura, observaremos que á la correspondiente á la ebullición del líquido allí encerrado, todo el mercurio cae á la cubeta, lo que nos dice que á la temperatura de la ebullición los vapores de todos los líquidos poseen una fuerza elástica igual á la presión atmosférica. Siendo esto así, parece que las fuerzas elásticas deben ser las mismas en puntos que disten igualmente del de ebullición; es decir, que siendo iguales las fuerzas elásticas en el vapor de agua á  $100^{\circ}$ , en el de alcohol á  $78^{\circ}$  y en el de éter á  $37^{\circ}$ , deberán serlo á  $100^{\circ} - 10^{\circ} = 90^{\circ}$  en el agua, á  $78^{\circ} - 10^{\circ} = 68^{\circ}$  en el alcohol, y á  $37^{\circ} - 10^{\circ} = 27^{\circ}$  en el éter. Esta ley sin embargo no es exacta mas que para los líquidos muy volátiles, y aun en estos para puntos poco distantes del de ebullición.

220. La densidad de los vapores no puede hallarse por el mismo procedimiento empleado para los gases, porque vemos que la mas ligera presión liquidaría una

parte. Se toma una campana de vidrio de una altura bastante menor que la media correspondiente al barómetro en el punto de que se trata, se la divide en partes de igual capacidad, se la llena de mercurio y se la invierte en una caja de hierro llena del mismo metal. Se toma una esferilla de vidrio soplado y se la pesa cuidadosamente, se la llena del líquido, cuyo vapor se trata de examinar, y pesándola de nuevo, nos dará el peso del líquido contenido. En este estado se introduce por debajo de la campana la esferilla de que se trata; la cual se dirigirá por su menor densidad á la parte superior del aparato; se calentará éste hasta conseguir que la esfera estalle por la dilatación del líquido y que éste se reduzca á vapor, y la parte de campana que ocupa, nos dará el volumen de vapor producido por una cantidad conocida de líquido, ó lo que es lo mismo, se conocerá el peso de un volumen de vapor en circunstancias tambien conocidas de temperatura y de presión. Dividiendo este peso por el de un igual volumen de aire, tomado en iguales circunstancias, se tendrá la densidad buscada.

Hemos visto que por un ligero aumento de presión ó un pequeño descenso de temperatura, los vapores regresan al estado líquido; los gases permanentes pueden tambien liquidarse, y aun solidificarse por un aumento grande de presión y un descenso conveniente de temperatura; verdad es que no todos se han conseguido liquidar, y solidificar solo al ácido carbónico, pero no podemos asegurar si la imposibilidad existe en estos cuerpos, ó si, lo que es mas probable, consiste en la ineficacia de los medios empleados hasta el día.

## LECCION LV.

## Fenómenos meteorológicos dependientes del calor.—Rocío.—Escarcha.—Nubes.—Nieblas.—Lluvia.—Nieve.

221. El calor produce, ya en la tierra que habitamos, ya en la atmósfera, fenómenos notables y de gran importancia, tanto en sus detalles como en sus resultados. Al dar cuenta de la construcción del termómetro expusimos la del termómetrografo ó termómetro de máxima y mínima; el cual puede ser muy útil en la investigación de las temperaturas medias del día para venir á parar en la determinación de la del año, y por fin en la que corresponda al paraje en que la observación se practique. Reunidas las observaciones de las temperaturas medias de los diferentes puntos del globo, se procede á señalar sobre el mismo las líneas isotermales ó de igual temperatura media, las cuales no coinciden con los paralelos, sino que son curvas particulares, cuya forma y posición varía con el tiempo.

Si dirigimos nuestras investigaciones al interior de nuestro planeta, hallamos que la temperatura varía con la profundidad, y que á distancias de la superficie, variables para cada lugar, se encuentra una capa invariable ó de temperatura fija, mas abajo de la cual la temperatura aumenta con la profundidad.

Si nos consideramos elevados en la atmósfera, hallamos una temperatura decre-

cienta á partir de la superficie terrestre, la cual llega á ser con la altura la que se llama *línea de nieves perpétuas*, que tambien forma una curva elevada diferentemente en los diversos países sobre el nivel del mar. En esta misma atmósfera el calor, elevando el aire de unas regiones y determinando al mas frio de las inmediatas á precipitarse sobre las primeras, da lugar á los *vientos* que barren la superficie del globo, y que llegan en algun caso á convertirse en *huracanes* que derriban árboles y edificios.

La explicacion de todos estos fenómenos la hallamos en el calor que el sol radia sobre la tierra en cantidad variable en las diferentes estaciones; no tanto á causa de su distancia, distinta en cada una de ellas, sino de su oblicuidad respecto á cada uno de los países del globo: á esta causa se agrega la del calor que radia éste, procedente del *calor central* que posee, y que puede explicarse de diversas maneras.

222. Hallándose las tres cuartas partes del globo recubiertas de aguas, se concibe sin dificultad la prodigiosa cantidad de vapor que deben producir, y que por consiguiente el aire contendrá una cantidad que dependerá siempre de su temperatura, puesto que la naturaleza del líquido y el recinto son siempre los mismos. Este vapor de agua extendido en el aire, pero no disuelto en el mismo, como lo prueba la existencia del vapor en el mas perfecto vacío, produce por las diferentes variaciones de temperatura fenómenos que han sido designados con el nombre de *meteoros acuosos*, y que no son menos fáciles de explicar que de observar.

En la ausencia del sol, en las noches claras y serenas, los cuerpos pierden por la radiacion una cantidad de calor que puede llegar á ser suficiente para constituir al cuerpo en una temperatura tal, que el vapor de agua contenido en las capas de aire que le rodean se precipite sobre el cuerpo mismo, abandonando su estado elástico, y dando lugar á la formacion de gotas líquidas, que es lo que constituye el *rocío*, el cual no puede formarse cuando el tiempo está cubierto, en razon á no ser la radiacion suficiente para producir el enfriamiento necesario, y tampoco puede verificarse cuando reinen vientos impetuosos que impidan la precipitacion ó arrebatan el líquido apenas depositado. Esta precipitacion de los vapores sobre un cuerpo frio la notamos en el empañado de los vidrios de las habitaciones, que siempre tiene lugar del lado en que la temperatura es mas elevada. Si la temperatura es tan baja que permite la congelacion de las gotas infinitamente pequeñas, á medida que se van depositando constituye la *escarcha*.

Los vapores suspendidos en el aire pueden reunirse por un descenso de temperatura, y dar lugar á una disposicion particular ó á un estado intermedio entre el elástico y el líquido, llamado estado *vesicular*, que consiste en unas *vesículas* ó pequeñas esferillas, formadas de una capa infinitamente delgada de líquido y llenas de vapor. Estas vesículas dan lugar por su reunion á la formacion de las *nubes*, que se mantienen en el aire á semejanza de un globo aerostático, porque el calor que las vesículas radian eleva la temperatura del aire interpuesto, el cual, no teniendo la suficiente libertad de moverse, llega á constituir con las vesículas un todo menos denso que el aire en que flota, y se mantiene suspendido, ayudado tambien por las corrientes ascendentes que se elevan de la tierra. A las veces estas nubes llegan hasta nosotros, en cuyo estado constituyen las *nieblas*.

Estas vesículas, enfiadas ó agrupadas por vientos contrarios, pueden reunirse en gotas, las que no pudiendo ya sostenerse, caen y producen la *lluvia*, la que se produce ordinariamente por la reunion de dos corrientes de aire á distinto estado de saturacion, y que unidas producen una cantidad de vapor superior al que se necesita para la saturacion á la temperatura de la mezcla. Para medir la cantidad de lluvia que cae en un paraje, se usa el aparato llamado *pluviómetro*, que consiste (fig. 100) en un vaso metálico con un tubo lateral que sirve para medir la altura del agua recogida, y lleva en su parte abierta un cono que, sin impedir la entrada de la lluvia, impide en cuanto es posible la pérdida que resultaria por la evaporacion. Las pequenísimas gotas que primitivamente se forman, pueden cristalizar por un enfriamiento brusco en agujas sumamente finas, las cuales se entrelazan y dan origen á la *nieve*, formada por estrellas de seis radios, extremadamente blancas y opacas en razon al aire interpuesto.

## LECCION LVI.

### Higrometria.—Descripcion y usos de los higrómetros mas usados.

223. La humedad del aire, produciendo variaciones en las dimensiones de algunos cuerpos que gozan de la propiedad de absorberla, y precipitándose sobre otros en circunstancias determinadas de temperatura y de presion, han dado lugar á la formacion de aparatos llamados *higrómetros*, que pueden ser de *absorcion* ó de *condensacion*.

El higrómetro mas exacto de los de absorcion es debido á Saussure, y consiste en un cabello desengrasado (fig. 101) fijo en un punto A, de un rectángulo formado por varillas de laton, y que en B se une á una polea de la que pende un hilo con un pequeño peso C, destinado á mantener tenso el cabello. En el eje de esta polea lleva una aguja DE que puede recorrer un arco MN, y que cuando la humedad produce el aumento de longitud del cabello, gira acercándose á M, y cuando la sequedad le contrae, marcha en el sentido opuesto. Para graduar este aparato se eligen dos puntos fijos, que son la extrema humedad y la extrema sequedad: para el primero se coloca el aparato bajo una campana de vidrio que descanse sobre una vasija de mayor diámetro, y llena de agua, con el objeto que el aire pueda tomar todo el vapor necesario para la saturacion, y que la comunicacion entre el aire exterior é interior se encuentre interceptada: el cabello va alargándose y la aguja dirigiéndose á M hasta quedar estacionaria, en cuyo punto se marca 100. Para el punto de la extrema sequedad se coloca el higrómetro bajo una campana de vidrio con sustancias que puedan absorber la humedad, y cuidando como antes de interceptar la comunicacion entre el aire exterior y el interior; el cabello va contrayéndose y la aguja dirigiéndose á N, hasta un punto en que permanece fija, y en el que se señala O. Este arco se divide en 100 partes iguales, que se denominan grados del higrómetro.

Por la construcción del aparato se echa de ver que marca centésimas partes de la cantidad de vapor necesario para la saturación del recinto en que se halla; pero como la cantidad necesaria para la saturación cambia con la temperatura, es indispensable unir un termómetro al aparato lo más próximo posible del cabello para que nos diga la temperatura exacta á que se opera. Así cuando marca v. g.  $36^{\circ}$ , nos dice que hay en el aire 0,36 de la cantidad necesaria para saturarle á la temperatura que el termómetro señala; pero esta cantidad que para la saturación se necesita, no puede darla el aparato: así es que los grados no son proporcionales con la cantidad de vapor que existe en el aire, y por consiguiente ha sido necesario calcular tablas que puedan dar la cantidad buscada.

Se hacen también higrómetros de barbas de ballena, de cuerdas de guitarra y de algunos otros cuerpos, pero que no es fácil hacer comparables del modo que con el de cabello se verifica.

224 El higrómetro de condensación más exacto es debido á Daniell; se compone de un tubo de vidrio (*fig. 102*), dos veces encorvado y terminado en las dos esferas A y B: el interior de este aparato se halla purgado de aire, llevando solo una cantidad de éter suficiente á llenar la esfera B; y que produce vapores que saturan el resto de la capacidad; lleva además un termómetro dentro de la bola y tubo B, y otro en C en la montura del aparato. Se recubre la esfera A con un trozo de batista, y se vierte éter sobre ella; este líquido se evapora, para lo cual roba calor de la esfera misma; este calor absorbido produce un enfriamiento y la consiguiente liquidación del vapor de éter contenido en la esfera; resultando que el espacio no queda saturado, y como en el vacío los vapores se emiten instantáneamente, se produce en B una nueva cantidad suficiente á verificar la saturación completa como se hallaba antes de la liquefacción en A; pero estos vapores van sucesivamente liquidándose á medida que llegan á la esfera A, de forma que la saturación no llega á tener lugar por más rápidamente que se produzcan vapores en B; mas esta evaporación rápida necesita absorber calor que saca del éter mismo y de la esfera B, la cual se enfria hasta el punto de determinar la precipitación del vapor de agua contenido en las capas de aire que la rodean, el cual aparece empañando la bola. En el momento en que empiezan estos vapores á depositarse se suspende la operación, y se observa la temperatura que marcan ambos termómetros, de los cuales el de la montura nos dará la del recinto, y el de la esfera B nos dirá el enfriamiento que ha sufrido para determinar la condensación del vapor; de forma que la cantidad de vapor que hay en el aire es la necesaria para su saturación á la temperatura que señala el termómetro B.

El higrómetro últimamente descrito es más exacto que el primero; razón por la que se le emplea generalmente con preferencia, sin que quiera esto decir que no tenga en su construcción y usos algunos motivos de error, pero no está sujeto á los inconvenientes que el de cabello. Regnault ha discurrido otro higrómetro, aun no bastante extendido, con el que pretende haber hecho desaparecer todas las dificultades é inconvenientes que presenta el uso de estos aparatos. Cualquiera que sea

el higrómetro que se use, vemos que sus indicaciones, juntas con las del termómetro y barómetro, son las que pueden conducirnos á predecir con la posible exactitud los cambios que se suceden en la atmósfera.

## LECCION LVII.

### Máquinas de vapor.

225. Las máquinas de vapor son tan importantes, bajo cualquier aspecto que se las considere, que no es posible pasar en silencio su disposición, si bien considerada con la extensión que hace á nuestro propósito. Estas máquinas no son otra cosa que bombas movidas por el vapor, pero que tienen colocada la potencia y la resistencia al contrario que las comunes, que ya conocemos; en éstas sabemos que la potencia se aplica al vástago del pistón, y la resistencia que forma el agua que se ha de elevar actúa sobre el pistón mismo; y en las de vapor, éste se aplica al émbolo y constituye la potencia que le pone en movimiento, y la resistencia se halla aplicada á la varilla, que es la que mueve las máquinas ó aparatos á que se destina.

Imaginemos una bomba (*fig. 103*) que por su parte inferior comunica con la caldera C, en donde el vapor se produce; si abrimos la llave L, el vapor se precipitará en el cuerpo de bomba y hará elevar al pistón P hasta el punto más alto de su carrera; si en este estado se cierra la llave L y se abre la L', el pistón descenderá por la presión de la atmósfera, débilmente neutralizada por el vapor de la parte inferior, puesto que saldrá por el tubo L' y que se irá enfriando y disminuyendo por consiguiente de fuerza elástica; si se cierra la llave L' y se abre la L, el vapor volverá á elevar el pistón, y así se continuará.

Como el descenso del pistón por la presión atmosférica se halla sujeto á inconvenientes que alteran la regularidad de su marcha, se ha discurrido y se usa con buen éxito suprimir esta acción y reemplazarla por la del vapor introducido alternativamente encima y debajo del pistón; así es que abriendo las llaves L y L' (*fig. 104*) el vapor se precipita por L y eleva el pistón, y el aire ó vapor que haya encima se verá obligado á salir por la L'; llegado el pistón P al punto más elevado se cierran las dos llaves L y L', y se abren las L'' y L''', el vapor pasa por la L'' á actuar sobre la cabeza del pistón para hacerle descender, y el que había en la parte inferior saldrá por L'''; cerrando estas llaves y abriendo las primeras, el pistón se elevará, y así proseguirá tanto como se necesite.

Hemos supuesto llaves para dar ó interceptar el paso al vapor; pero lo que se emplean son válvulas que pone en movimiento la máquina misma. El vapor que ha servido y que se obliga á salir del cuerpo de bomba, puede dejarse perder en la atmósfera ó dirigirse á un vaso separado donde por medio de una inyección de agua fría se verifica en liquefacción ó condensación, de donde le viene á este depósito el nombre de *condensador*. La cantidad de agua fría que se necesita es considerable, puesto que sabemos la alta temperatura que representa el calor latente del vapor, y el agua caliente que resulta de la condensación se aprovecha con ven-

taja para alimentar la caldera, en la que es necesario introducir agua que reemplaze á la que se reduce á vapor y que mantenga el nivel á la misma altura.

Una vez conseguido el movimiento alternativo del piston, está reducido á una cuestion de mecánica el trasformar este movimiento y el hacerle servir para todo cuanto se desee. Con el objeto de regularizar el movimiento se aplica un volante ó rueda, que viene á ser un depósito de fuerza, que recibe cuando la máquina tiene algun exceso, y se la devuelva cuando se verifica lo contrario; además con este mismo objeto, y con el de economizar el vapor, y por consiguiente el combustible, se han ideado las *máquinas de expansion*, que consisten en detener la entrada del vapor cuando el piston se halla v. g. á la mitad de su carrera, en cuyo caso la concluye por la velocidad adquirida, ayudada de la expansion que produce el vapor en virtud de su fuerza elástica.

Las calderas son ordinariamente de chapa de hierro, cilíndricas y terminadas por hemisferios; éstas, además de necesitar la resistencia suficiente para sufrir la presión interior que el vapor produce en altas temperaturas, llevan válvulas de seguridad para prevenir las explosiones; éstas son ó bien cónicas cargadas de pesos convenientes, ó fusibles que á una temperatura dada se fundan y dejen salir al vapor, ó bien elásticas que puedan saltar cuando la presión llegue cerca del límite dispuesto, y del que no podría pasar sin verificarse la explosion: llevan además un tubo manométrico que indique la fuerza elástica del vapor, tubos que comunican con la bomba alimenticia, tubos que dan paso al vapor que ha de actuar sobre la máquina, otro con un flotador que regulariza la altura del agua en la caldera, y otro que regulariza y modifica el tiro de la chimenea, y por lo tanto la rapidez de la combustion.

Imposible es entrar en todos los detalles de la construcción de estas máquinas, pero basta lo dicho para un curso puramente elemental, siendo fácil con estos principios y en vista de un buen modelo comprender todo el mecanismo.

Varios medios se han ideado para reemplazar al vapor: pero ninguno hasta el día ha correspondido á lo que se deseaba; tal vez la fuerza electro-magnética sea la destinada á sustituirle, y si un día llega á conseguirse, lo verificará con notables ventajas.

## DE LA LUZ.

### LECCION LVIII.

#### Consideraciones generales acerca de la luz.—Medios empleados para medir su velocidad.

226. La luz es el agente que actuando sobre el sentido de la vista nos pone en comunicacion con los objetos distantes, dándonos á conocer sus colores, sus posi-

ciones, y aun sus distancias, formas y magnitudes entre ciertos limites. Para darnos cuenta de los fenómenos luminosos, debemos recordar lo expuesto al dar principio á la explicacion del agente llamado calor, pudiendo aplicarse á ambos fluidos cuanto allí expusimos, relativo á la cuestion de las emanaciones y vibraciones; si bien es verdad que en el estudio de la luz se fijan estas cuestiones, pudiéramos decir que toman cuerpo, se demuestran y se aclara cuanto respecto al calor dejamos ya establecido.

La luz se propaga en línea recta, y para asegurarnos de ello no habrá mas que servirse de un alambre cilíndrico bien recto, el cual interpondremos entre el órgano de la vision y la llama de una bujía, de modo que una de las bases del cilindro nos cubra la totalidad del mismo, y observaremos sobre la llama una mancha oscura, que es la proyeccion de la dicha base, lo cual prueba que ha sido interceptado el rayo luminoso que seguia esta direccion. Nada tiene de particular que así suceda si recordamos lo expuesto en la teoría del calor; aquí como allí se verifica una radiacion en todos sentidos alrededor del cuerpo luminoso, y ya admitamos emanaciones de moléculas luminosas, ya adoptemos las vibraciones producidas en el éter, siempre se extenderán los efectos produciendo superficies esféricas, cuyos rádios sabemos que no pueden dejar de ser rectilíneos.

227. Nada mas fácil, llegados á este punto, que darnos cuenta de la disminucion que sufre la intensidad de la luz con la distancia; porque no habrá mas que recordar lo que acerca de esta cuestion expusimos al examinarla en la teoría del calor. Si suponemos, como allí, dos esferas concéntricas, y el cuerpo luminoso colocado sucesivamente en el centro de ellas, resultará que toda la luz emitida será recibida por la superficie esférica que consideramos; y como las superficies son como los cuadrados de las líneas homólogas, que aquí son los rádios, resulta que *la intensidad de la luz se halla en razon inversa del cuadrado de la distancia.*

Para la medida de la luz se han ideado aparatos denominados *fotómetros*, que todos ellos dejan muchísimo que desear respecto á las exigencias de la ciencia; así es que podemos asegurar que un buen fotómetro no existe, siendo uno de los aparatos que la ciencia espera y necesita.

228. Por mucho tiempo ha sido considerada la propagacion de la luz como instantánea; y efectivamente puede mirarse como tal cuando se trata de pequeñas distancias, y así la consideráramos al ocuparnos de los medios de averiguar la velocidad del sonido; pero cuando se trata de distancias considerables, se halla ya comprobada la velocidad.

Roemer, haciendo observaciones sobre las ocultaciones de los satélites de Júpiter, fué el que determinó la velocidad de la luz. Cuando se observan las emersiones sucesivas del primer satélite, se halla que, cualquiera que sea la posición de la tierra en su órbita, el tiempo trascurrido entre dos consecutivas es siempre 42 horas 29'; siendo indudable que si la propagacion fuese instantánea, al observar dos emersiones cualesquiera y no consecutivas, el tiempo trascurrido entre ellas contendría tantas veces 42 horas 29' como revoluciones el satélite hubiera verificado, á contar desde la primera hasta la última observacion, pero no es así como se verifica, no

taja para alimentar la caldera, en la que es necesario introducir agua que reemplaze á la que se reduce á vapor y que mantenga el nivel á la misma altura.

Una vez conseguido el movimiento alternativo del piston, está reducido á una cuestion de mecánica el trasformar este movimiento y el hacerle servir para todo cuanto se desee. Con el objeto de regularizar el movimiento se aplica un volante ó rueda, que viene á ser un depósito de fuerza, que recibe cuando la máquina tiene algun exceso, y se la devuelve cuando se verifica lo contrario; además con este mismo objeto, y con el de economizar el vapor, y por consiguiente el combustible, se han ideado las *máquinas de expansion*, que consisten en detener la entrada del vapor cuando el piston se halla v. g. á la mitad de su carrera, en cuyo caso la concluye por la velocidad adquirida, ayudada de la expansion que produce el vapor en virtud de su fuerza elástica.

Las calderas son ordinariamente de chapa de hierro, cilíndricas y terminadas por hemisferios; éstas, además de necesitar la resistencia suficiente para sufrir la presión interior que el vapor produce en altas temperaturas, llevan válvulas de seguridad para prevenir las explosiones; éstas son ó bien cónicas cargadas de pesos convenientes, ó fusibles que á una temperatura dada se fundan y dejen salir al vapor, ó bien elásticas que puedan saltar cuando la presión llegue cerca del límite dispuesto, y del que no podría pasar sin verificarse la explosion: llevan además un tubo manométrico que indique la fuerza elástica del vapor, tubos que comunican con la bomba alimenticia, tubos que dan paso al vapor que ha de actuar sobre la máquina, otro con un flotador que regulariza la altura del agua en la caldera, y otro que regulariza y modifica el tiro de la chimenea, y por lo tanto la rapidez de la combustion.

Imposible es entrar en todos los detalles de la construcción de estas máquinas, pero basta lo dicho para un curso puramente elemental, siendo fácil con estos principios y en vista de un buen modelo comprender todo el mecanismo.

Varios medios se han ideado para reemplazar al vapor: pero ninguno hasta el día ha correspondido á lo que se deseaba; tal vez la fuerza electro-magnética sea la destinada á sustituirle, y si un día llega á conseguirse, lo verificará con notables ventajas.

## DE LA LUZ.

### LECCION LVIII.

#### Consideraciones generales acerca de la luz.—Medios empleados para medir su velocidad.

226. La luz es el agente que actuando sobre el sentido de la vista nos pone en comunicacion con los objetos distantes, dándonos á conocer sus colores, sus posi-

ciones, y aun sus distancias, formas y magnitudes entre ciertos limites. Para darnos cuenta de los fenómenos luminosos, debemos recordar lo expuesto al dar principio á la explicacion del agente llamado calor, pudiendo aplicarse á ambos fluidos cuanto allí expusimos, relativo á la cuestion de las emanaciones y vibraciones; si bien es verdad que en el estudio de la luz se fijan estas cuestiones, pudiéramos decir que toman cuerpo, se demuestran y se aclara cuanto respecto al calor dejamos ya establecido.

La luz se propaga en línea recta, y para asegurarnos de ello no habrá mas que servirse de un alambre cilíndrico bien recto, el cual interpondremos entre el órgano de la vision y la llama de una bujía, de modo que una de las bases del cilindro nos cubra la totalidad del mismo, y observaremos sobre la llama una mancha oscura, que es la proyeccion de la dicha base, lo cual prueba que ha sido interceptado el rayo luminoso que seguia esta direccion. Nada tiene de particular que así suceda si recordamos lo expuesto en la teoría del calor; aquí como allí se verifica una radiacion en todos sentidos alrededor del cuerpo luminoso, y ya admitamos emanaciones de moléculas luminosas, ya adoptemos las vibraciones producidas en el éter, siempre se extenderán los efectos produciendo superficies esféricas, cuyos rádios sabemos que no pueden dejar de ser rectilíneos.

227. Nada mas fácil, llegados á este punto, que darnos cuenta de la disminucion que sufre la intensidad de la luz con la distancia; porque no habrá mas que recordar lo que acerca de esta cuestion expusimos al examinarla en la teoría del calor. Si suponemos, como allí, dos esferas concéntricas, y el cuerpo luminoso colocado sucesivamente en el centro de ellas, resultará que toda la luz emitida será recibida por la superficie esférica que consideramos; y como las superficies son como los cuadrados de las líneas homólogas, que aquí son los rádios, resulta que *la intensidad de la luz se halla en razon inversa del cuadrado de la distancia.*

Para la medida de la luz se han ideado aparatos denominados *fotómetros*, que todos ellos dejan muchísimo que desear respecto á las exigencias de la ciencia; así es que podemos asegurar que un buen fotómetro no existe, siendo uno de los aparatos que la ciencia espera y necesita.

228. Por mucho tiempo ha sido considerada la propagacion de la luz como instantánea; y efectivamente puede mirarse como tal cuando se trata de pequeñas distancias, y así la consideráramos al ocuparnos de los medios de averiguar la velocidad del sonido; pero cuando se trata de distancias considerables, se halla ya comprobada la velocidad.

Roemer, haciendo observaciones sobre las ocultaciones de los satélites de Júpiter, fué el que determinó la velocidad de la luz. Cuando se observan las emersiones sucesivas del primer satélite, se halla que, cualquiera que sea la posición de la tierra en su órbita, el tiempo trascurrido entre dos consecutivas es siempre 42 horas 29'; siendo indudable que si la propagacion fuese instantánea, al observar dos emersiones cualesquiera y no consecutivas, el tiempo trascurrido entre ellas contendría tantas veces 42 horas 29' como revoluciones el satélite hubiera verificado, á contar desde la primera hasta la última observacion, pero no es así como se verifica, no

tándose un retraso que proviene de las pequeñas diferencias acumuladas, y expresa, conocida la distancia, el valor que nos representa la velocidad de la luz. Tomando por base el diámetro de la órbita terrestre, y verificando las observaciones en sus dos extremos, se determina la velocidad de la luz, que es de 56,000 leguas por segundo; y observando las ocultaciones del satélite, de que va hecho mérito, en las diferentes posiciones de la tierra respecto al planeta considerado, se reconoce que la velocidad buscada es uniforme.

Conocida la velocidad de la luz, se averigua con facilidad lo que tarda en llegar á nosotros desde un cuerpo cuya distancia está dada; así es como sabemos que la luz solar tarda 8', 13" en llegar á la tierra; de forma que nosotros vemos al sol en el sitio en que se hallaba 8' 13" antes de la observación, es decir, en el sitio en que tuvo lugar la vibración ó destello de luz que en el instante de la observación nos afecta; deduciéndose de aquí que si imaginamos que el sol se apague, aun le veremos durante 8' 13", que es lo que tardará la última conmoción producida en llegar nuestro órgano de la visión. Estas aplicaciones se extienden á los planetas y á las estrellas fijas, dando lugar á consideraciones muy notables y de grande interés en astronomía.

### LECCION LIX.

#### Sombra y penumbra determinadas gráfica y experimentalmente.

229. Al dar principio al estudio de los fluidos imponderables, decíamos que para determinar las leyes y circunstancias de los fenómenos correspondientes, no teníamos mas que dos caminos; ó estudiar las modificaciones que el fluido imponderable de que tratamos produce en los cuerpos ponderables ya conocidos, ó averiguar las que estos cuerpos ponderables determinan en el fluido que consideramos. El primer procedimiento ha sido en general, empleado en el estudio del calor; y el segundo será el que mas principalmente seguiremos en lo correspondiente á la luz.

Observando los cuerpos ponderables relativamente al fluido luminoso, hallaremos unos que dejan pasar la luz, y otros que la interceptan; los primeros han recibido el nombre de *transparentes* ó *diáfanos*, y el de *opacos* los segundos. Si nos fijamos en los cuerpos que dejan paso á la luz, notaremos que los hay que son permeables á este fluido, en términos de permitirnos distinguir al través de su espesor, la forma, posición y colores de los cuerpos, al paso que otros permiten el paso á la luz, pero no nos dejan distinguir los objetos que se hallan detrás. Los primeros, tales como las láminas de vidrio ó cristal, son los que con propiedad reciben el nombre de *diáfanos*, y los segundos, tales como los lienzos, el papel etc., se denominan *cuerpos traslucientes*. La opacidad y la transparencia penden de la naturaleza del cuerpo, de su espesor y de la energía del foco luminoso: la naturaleza del cuerpo se hace sensible, al observar que láminas del mismo espesor, y co-

locadas delante de un mismo foco luminoso no tienen el mismo grado de opacidad ó transparencia; el espesor influye como se observa en los cuerpos traslucientes, que dejan pasar tanta mayor cantidad de luz, cuanto mas delgadas son las láminas á que se han reducido; y al contrario, se acercan mas á la opacidad á medida que su grueso es mas considerable; es digno de notarse que los cuerpos opacos pueden reducirse á traslucientes, como sucede con las láminas delgadas de madera, y aun con las hojas de oro de  $\frac{1}{360000}$  de pulgada, las cuales aun dejan pasar algo de luz, y de presumir es que en todos los cuerpos se verificase lo mismo si tuviésemos medios de reducirlos á láminas suficientemente delgadas; pero ningun fenómeno conocemos que nos autorice para admitir que puedan pasar á transparentes; éstos por su parte pueden dejar pasar menos luz cuando su espesor aumenta, pero nunca llegarán á convertirse en opacos. La influencia de la energía del foco luminoso la estamos observando continuamente, viendo que hay cuerpos que dejan pasar una porción mas ó menos considerable de la luz directa del sol, y no dejan pasar cantidad alguna sensible, colocándolos delante de la llama de una bujía.

230. Los cuerpos opacos dejan detrás de sí un espacio privado de luz, que es lo que llamamos *sombra*. Estas sombras son volúmenes geométricos, y por consiguiente pueden determinarse con toda precisión y exactitud, y para convencernos de ello, las determinaremos en los tres casos de ser el cuerpo luminoso igual, menor ó mayor que el opaco, y para mayor facilidad supondremos ambos esféricos. Si el cuerpo luminoso L, es igual al opaco O, (fig. 105) bastará considerar una tangente AE que lo sea á ambos, y haciendo girar los cuerpos alrededor de la línea LS que une sus centros, se originará un cilindro indefinido, el que se formaría del mismo modo considerando los cuerpos fijos, y tiradas tangentes AE, CF en todos los puntos posibles. Este cilindro indefinido es el formado por la sombra S, que se apoya en el cuerpo opaco, siendo su base un círculo máximo de la esfera, y hallándose alumbrada una mitad de ésta ó un hemisferio que será el que mire al cuerpo luminoso L. Si ésta sombra se recibe sobre un plano, nos resultará una de las secciones cónicas, segun que éste sea perpendicular ó inclinado al eje del cilindro.

Observando con cuidado los bordes ó limites de la sombra, se nota que no se hallan cortados con dureza, que el tránsito de la parte alumbrada á la parte oscura, no se verifica de un modo brusco, sino por una degradación sucesiva de luz, que hace muy difícil la determinación precisa del término de la sombra pura. Este espacio desigualmente alumbrado que rodea la sombra, es lo que se denomina *penumbra*, la cual se halla formada por todos los puntos alrededor de la sombra pura, desde los cuales se descubre parte del cuerpo luminoso, estando limitada por todos aquellos en que el cuerpo L se descubre todo entero. Para determinar sus limites consideraremos tangentes AD, CB que tocando al cuerpo opaco en los puntos BD, determinan un cono truncado indefinido PP', cuya base menor BD es un círculo casi máximo de la esfera, y el espacio ó zona comprendido entre esta base y la del cilindro, que constituye la sombra pura, es lo que se llama *círculo de iluminación*.

Supongamos que el cuerpo luminoso L sea menor que el opaco (fig. 106); en

cuyo caso las tangentes AE, CF, nos determinarán la sombra pura, que será un cono truncado indefinido, cuya base menor será un círculo menor de la esfera, y la parte alumbrada será menos de un hemisferio; pero siendo mas ó menos considerable, segun la magnitud y distancia respectiva entre ambos cuerpos. La penumbra se determinará como en el caso anterior, tirando las tangentes AD y CB, siendo tambien un cono truncado indefinido de mayor abertura que el de la sombra pura, y presentando una base algo menor que en éste, produciendo el círculo de iluminación menor que el círculo máximo de la esfera.

Si el cuerpo luminoso fuese mayor que el opaco (fig. 107) tirariamos las tangentes AF y CF, lo que nos produciría un cono S de sombra, cuya base sería un círculo menor de la esfera opaca, siendo mayor de un hemisferio la parte alumbrada, y teniendo el cono una altura que depende de la magnitud y distancia respectiva entre ambos cuerpos. La penumbra se determinaría como en los casos anteriores, produciendo un cono truncado como en la figura se presenta.

Este caso tiene aplicación para darse cuenta de la producción de los eclipses, pues que tanto la tierra como la luna, siendo menores que el sol, dan lugar á conos de sombra, de altura que varía con la distancia. Cuando la luna en su revolucion alrededor de la tierra entra en la sombra ó penumbra de ésta, se oscurece ó eclipsa total ó parcialmente; y cuando el cono de sombra de la luna llega á tocar á la tierra, ésta se eclipsa, aunque se acostumbra á decir que se eclipsa el sol. Sabemos que no en todas las revoluciones se verifica el eclipse, en razon á la inclinacion respectiva de los planos de las órbitas de cada cuerpo.

## LECCION LX.

### Leyes de la reflexion de la luz.—Aplicacion á los espejos planos.

231. Los cuerpos solo son visibles cuando son luminosos por sí mismos, ó cuando rechazan ó reflejan la luz que llega á su superficie. La reflexion de la luz tiene lugar como la del calor formando el ángulo de reflexion igual al de incidencia, lo cual se prueba dejando entrar un rayo solar por un pequeño agujero practicado en la ventana de un cuarto oscuro y recibéndole sobre una superficie plana y muy bien pulimentada, en cuyo caso el rayo marcará distintamente la direccion en que llega y en que es rechazado, y será fácil medir los ángulos por medio de un semicírculo dividido.

La reflexion de la luz se presenta con toda regularidad en los cuerpos bien pulimentados, en los cuales las imágenes se reproducen, y por lo que se les da el nombre de espejos. En los cuerpos no pulimentados la luz se refleja todavia con regularidad, pero como se hallan llenos de asperezas que son otros tantos planos con toda clase de inclinaciones, la luz se dispersa por consiguiente, habiendo dado, aunque impropiamente á este fenómeno, el nombre de reflexion irregular. Siendo os cuerpos pulimentados los que nos han de servir para espejos, se presentan en

primer lugar los líquidos, cuyo pulimento es superior á cuanto las artes pueden producir en los sólidos; mas los líquidos presentan el inconveniente de ser en general transparentes, lo que produce una gran pérdida de luz para la reflexion: razon por la que se ha dado la preferencia al mercurio, que reúne la opacidad al buen pulimento que su estado líquido le proporciona; éste cuerpo es, el que fijo por una lámina de estaño, se aplica sobre un vidrio, y constituye nuestros espejos comunes. Tambien se hacen puramente metálicos; los cuales son preferibles en algunos casos que mas adelante examinaremos.

232. En los espejos planos la imagen es simétrica respecto del objeto, y aparece ó se pinta detrás del espejo á una distancia igual á la que delante tiene el objeto. Sea para esto el espejo AB (fig. 108) y examinemos el sitio en que debe aparecer la imagen del punto D, el cual emitiendo rayos de luz, sea propia ó reflejada, en todas direcciones, nos producirá uno tal como DC, el cual deberá reflejarse en la direccion CE, haciendo el ángulo de reflexion FCE igual al de incidencia DCF; el observador en E referirá la posicion del punto D, á la prolongacion de la linea EC, en que percibe la impresion; así es, que le verá en un punto de la linea CG; mas como la imagen de un cuerpo resulta de proyectarle sobre el espejo prolongando las lineas correspondientes, y por otra parte el punto D no puede tener ó hallarse en dos posiciones al mismo tiempo, necesariamente ha de estar situado en la prolongacion de la linea BG, y debiendo por lo que va dicho hallarse sobre CG, se encontrará por precision en el punto de interseccion G. Ahora, los dos triángulos CDB y CBG son iguales por tener el lado CB comun, los ángulos en B iguales por rectos, y el ángulo DCB del uno igual al BCG del otro, por serlo ambos del ACE, el primero por ángulos de incidencia y de reflexion, y el segundo por opuesto al vértice; luego los triángulos son iguales, y darán DB=BG, lo que nos dice que la imagen se pinta detrás del espejo á la misma distancia que el objeto se halla delante.

Esto explica por que un objeto horizontal en presencia de un espejo plano inclinado de  $45^\circ$  aparece vertical, pues que debiendo presentarse formando detrás un ángulo tambien de  $45^\circ$ , se contará uno de  $90^\circ$  entre el objeto y la imagen, cuyos dos puntos se verán en general bajo un ángulo doble del que el espejo forme con ellos.

Si colocamos dos espejos formando ángulo, y un objeto cualquiera dentro del mismo, la imagen no solo aparece detrás de cada espejo, sino que cada una de ellas sirve de objeto para el otro; así es que las imágenes se multiplican apareciendo tantas como perpendiculares puedan tirarse desde el objeto á cada uno de los espejos, y desde cada imagen al otro ó á su prolongacion. De aquí resulta que cuando los espejos son paralelos, el número de imágenes debe ser infinito, puesto que siempre serán posibles las perpendiculares; sin embargo, el número, aunque muy considerable, no llega á ser indefinido, á causa de la pérdida de luz que se experimenta en estas reflexiones sucesivas.

El kaleidóscopo, llamado tambien trasfigurador, es una curiosa aplicacion de lo expuesto acerca de los espejos que forman ángulo. Se compone de un tubo de

carton ó de hoja de lata, dentro del cual hay dos tiras de espejo inclinadas, formando un ángulo de  $60^\circ$ ; en uno de los extremos lleva varios trozos pequeños de vidrio de diferentes colores, y mirando por el extremo opuesto, haciendo al mismo tiempo girar el aparato sobre su eje, se van presentando figuras variadas hasta lo infinito, procedentes de la reproducción de las imágenes sobre los espejos, y de la diferente posición que va tomando el vértice del ángulo formado por los mismos, á medida que el aparato va girando.

Los espejos prismáticos y piramidales son espejos planos, para los cuales se hacen dibujos á propósito con figuras interrumpidas, que reciben el nombre de *anamorfosis*, y que se regularizan sobre los espejos en cuestion. Esta clase de espejos no tiene aplicaciones de importancia, si ya no lo es el trazado de las figuras considerado como ejercicio de dibujo.

### LECCION LXI.

#### Reflexion de la luz sobre superficies curvas.—Determinacion gráfica y experimental de los focos.

233. La luz se refleja sobre superficies curvas siguiendo la misma ley, es decir, formando el ángulo de reflexion igual al de incidencia. Entre las diversas curvas que pueden considerarse, nos fijaremos principalmente en la circular, que da origen á los espejos esféricos, ya cóncavos ó ya convexos, los cuales nos servirán de tipo para todos los demas.

Sea AB (fig. 109) un espejo cóncavo esférico, del cual llamamos eje principal una recta ED que pase por el centro C y por el vértice E de la curva; supongamos un cuerpo luminoso situado á una distancia infinita para que los rayos de luz que procedentes del mismo llegan al espejo puedan ser considerados como paralelos: como lo serán los del sol, cuya distancia puede ser considerada como infinita comparada con la pequeña abertura del espejo: haciendo que el eje del espejo pase por el centro del astro, los rayos paralelos que consideramos lo serán tambien al eje de que tratamos; y un rayo NM se reflejará formando el ángulo FMC de reflexion igual al NMC de incidencia, y cortará al eje en un punto F, en el cual se reunirán sensiblemente todos los rayos paralelos, pues que se reflejarán del mismo modo y formarán ángulos iguales; este punto por lo mismo ha recibido el nombre de *foco principal* ó *foco de rayos paralelos*. Este punto se halla situado á la mitad del radio EC, porque el triángulo CFM es isóceles por ser sus ángulos CMF y MCF iguales, por serlo ambos al NMC, el primero por la ley general de la reflexion, y el segundo por alternos internos entre ED y MN, siendo la secante MC; de donde resulta el lado  $FC=MF$ , y si consideramos que el arco EM sea muy pequeño, MF se confundirá sensiblemente con EF, y será entonces  $EF=FC$ , es decir, que F se hallará á la mitad del radio EC. De aquí resulta un medio muy sencillo de conocer el radio de un espejo cóncavo esférico, pues que no habrá mas

que colocarle delante del sol, de modo que el eje principal pase por el centro del astro; y como los rayos de luz en este caso pueden mirarse como paralelos, recibidos despues de reflejados sobre un carton blanco ó un vidrio sin pulimento, el foco será el punto en que la imagen se presente mas brillante y mas pequeña, y como ésta será la distancia focal principal, duplicándola se tendrá el radio buscado. En este punto se reunen los rayos de calor del mismo modo que los luminosos, de modo que el foco es uno mismo en ambos casos.

Vemos, pues, que los rayos paralelos se reunen en un foco delante del espejo, en cuyo punto se formará la imagen aérea que nos reproducirá el objeto, que ocupará una porcion del espacio, y por consiguiente será extensa, pero no habrá impenetrabilidad, puesto que falta la materia. El foco no es nunca un punto único porque si así fuese, no se formaría imagen, y cualquiera que fuese la magnitud del objeto solo daría lugar en todos los casos á un solo punto luminoso; mas como cada uno de los puntos del objeto da lugar á un foco particular, la reunion de todos estos constituyen la formacion de la imagen que resulta del cruzamiento de los rayos, los cuales engendran curvas que se llaman *catacústicas* ó *cústicas por reflexion*. Ahora se comprenderá bien cuanto acerca de los espejos y sus focos se expuso al ocuparnos de los fenómenos de la radiacion del calor.

234. Si el objeto se acerca al espejo y se encuentra, v. g. en P, (fig. 110) siendo el ángulo de incidencia menor que en el caso del paralelismo, tambien será menor el de reflexion, y por lo mismo el rayo reflejado cortará al eje en P' en un punto situado entre el centro C y el foco principal F, cuyo punto P' es el foco correspondiente al punto P. Si el objeto se va acercando aun mas, aproximándose al centro, el foco P' se aproximará tambien, y cuando el cuerpo haya llegado al centro C, los rayos luminosos se reflejarán sobre sí mismos, de modo que el objeto y la imagen se confundirán. Debemos observar que en tanto que el objeto ha venido desde el infinito hasta el centro, el foco solo ha recorrido la mitad del radio, esto es, desde el foco principal F al centro C.

Si el cuerpo que consideramos continúa aun adelantándose, irá pasando por todos los puntos entre C y F, en que anteriormente se presentaba la imagen, los ángulos que eran de reflexion serán ahora de incidencia, y al contrario, de forma que situado el cuerpo en P', la imagen se presentará en el foco correspondiente P, y cuando el cuerpo llegue á F, los rayos saldrán sensiblemente paralelos. Esto nos dice que el punto en que se coloca el objeto y aquel en que aparece la imagen son recíprocos; así es que reciben el nombre de *focos conjugados*.

Produciéndose un cruzamiento de rayos en el foco, las imágenes se presentarán invertidas, siendo mas pequeñas que el objeto cuando el foco se halle entre el centro y el foco principal, y presentándose aumentadas cuando se halla la imagen situada entre el centro y el infinito.

Supongamos (fig. 111) el cuerpo situado entre el foco principal F y el espejo; el ángulo de incidencia PQC, siendo mayor que el FQC, que producía un rayo reflejado paralelo al eje, debe producir un ángulo de reflexion mayor, y por lo tanto el rayo reflejado QB será divergente, y no pudiendo encontrar al eje delante del espejo,

le cortará su prolongación geométrica en  $P'$  detrás del mismo, y en este punto, que se denomina *foco virtual*, es donde el observador verá la imagen, puesto que la refiere siempre á la prolongación de la línea que hiere inmediatamente el órgano de la vision. Esta imagen se presentará derecha en razon á no haber cruzamiento real de rayos, y se verá ampliada por la mayor extensión superficial que su proyección abraza sobre el espejo. Si el objeto  $P$  se acerca aun mas al espejo, el rayo reflejado será aun mas divergente, y por consiguiente el foco virtual  $P'$  se irá acercando por la parte posterior del mismo, hasta que el cuerpo se halle en  $A$ , en donde se tocarán la imagen y el objeto.

Imaginemos que el cuerpo pasa al otro lado del espejo y se sitúa en  $P'$ ; entonces el espejo cóncavo pasa á ser convexo, el ángulo de incidencia es  $P'QC'$  y el de reflexión el  $C'QP'$ , siendo  $P$  el foco virtual correspondiente. En estos espejos los rayos reflejados son siempre divergentes, por lo que nunca presentan foco real; la imagen por lo tanto aparece detrás del espejo, y se ve mas pequeña que el objeto por la divergencia que resulta en la dirección de los rayos.

Hemos supuesto que el objeto se mueve sobre el eje principal; pero sucedería exactamente lo mismo si se moviese en la dirección de cualquier otra línea que pasase por el centro y llegase al espejo, cuya línea sería la que llamamos *eje secundario*.

Los espejos convexos carecen de aplicaciones útiles para la ciencia; pero no así los cóncavos, que se emplean para dirigir la luz sobre un punto dado, ó para reducirla al paralelismo; siendo para esto preferibles los espejos parabólicos á los esféricos. Los espejos cilíndricos convexos y los cóncavos son planos en el sentido de la generatriz y convexos en las demás direcciones; de donde resultan las imágenes desfiguradas, sucediendo lo mismo con los cilíndricos cóncavos: para todos ellos se construyen anamórfosis correspondientes que se regularizan en la reflexión.

## LECCION LXII.

### Ley de la refracción de la luz.—Consideraciones y aplicaciones á los medios terminados por superficies planas.

235. La luz sufre modificaciones al atravesar los cuerpos transparentes que, consideradas respecto al desvío que experimenta en su dirección, constituyen lo que llamamos *refracción*. Los rayos de luz se refractan ó desvían de su dirección al pasar de un cuerpo á otro cuando lo verifican en direcciones oblicuas; pero no sufren separación alguna de su dirección primitiva, cuando la dirección en que penetran es perpendicular. Para convencernos del desvío de que tratamos, se puede verificar un experimento, que consiste en echar una moneda ú otro objeto bien limpio en una vasija no transparente, en colocarse el observador de manera que la pared del vaso le oculte la moneda, y en este estado, echando agua en la vasija, la moneda aparece y se la ve mas elevada, lo cual proviene de que los rayos que ella enviaba y pasaban por encima del observador, ahora, separándose y doblándose, por

decirlo así, llegan á herir el órgano de la vision, y por lo tanto el objeto aparece y se le cree mas próximo á la superficie del líquido.

La observación y la experiencia dan que, en general, cuando la luz pasa de un cuerpo ó *intermedio* á otro mas denso, se refracta acercándose á la perpendicular tirada en el punto de immersion; y cuando atraviesa de un cuerpo mas á otro menos denso, se refracta separándose de la misma perpendicular. Así un rayo de luz  $FC$  (*fig. 112*) que cae oblicuamente sobre la superficie  $AB$  de un cuerpo transparente, mas denso que aquel en que primitivamente se movía, no sigue la dirección  $CH$  prolongación de la primera, sino que se refracta acercándose á la perpendicular  $DE$ , siguiendo la dirección  $CI$  y formando un ángulo de refracción  $ECI$ , menor que el de incidencia  $DCF$ . Si la luz pasase del medio mas denso á uno menos denso, el rayo incidente sería  $IC$ , el cual se desviaría siguiendo la dirección  $CF$ , separándose de la perpendicular y dando lugar á un ángulo de refracción  $DCF$ , mayor que el de incidencia  $ECI$ .

Aunque hemos dicho que, en general, la luz se acerca ó se separa de la perpendicular, segun que los cuerpos son mas ó menos densos, no debe creerse por esto que dada la densidad de un cuerpo está conocido el desvío que produce sobre la luz, así que, no pudiendo en rigor establecer relaciones entre estas dos propiedades, se denominan *cuerpos mas refringentes* aquellos en que la luz se acerca á la normal, y *cuerpos menos refringentes* aquellos en que se aleja de la misma. La desviación en uno ú en otro sentido es constante para cada cuerpo, y á la relación del seno del ángulo de incidencia con el seno del ángulo de refracción es á lo que se llama *índice de refracción*.

Supongamos un cuerpo terminado por dos superficies planas y paralelas (*fig. 113*), y un rayo de luz  $AB$  que llega oblicuamente sobre una de las caras. Este rayo  $AB$  se refractará en  $B$  acercándose á la perpendicular, seguirá por dentro del cuerpo para refractarse nuevamente en  $C$  á la salida del mismo, alejándose ahora de la perpendicular en la dirección  $CD$ , paralela á la de incidencia  $AB$  en razon á la invariabilidad del índice de refracción. Si el cuerpo considerado fuese, menos refringente que el que le rodea, la desviación tendría lugar aunque en sentido contrario, y el radio emergente sería aun paralelo al incidente. La desviación que la luz sufre en estos casos, nos manifiesta que la refracción produce el efecto de presentar los cuerpos fuera de su verdadero lugar; así es que un cuerpo  $A$  será visto por un observador situado en  $D$ , en la prolongación de la línea  $DC$ ; esto es, en el punto  $E$ , presentándonos el cuerpo en el verdadero sitio que ocupa en el solo caso de ser los rayos de luz perpendiculares á las superficies de separación. La desviación mayor ó menor que se observa depende de varias causas, como son: la naturaleza del cuerpo que la luz atraviesa, el espesor del mismo, y la oblicuidad de los rayos luminosos; la naturaleza de la sustancia influye, puesto que el índice de refracción es diferente para cada una, y en cuanto al espesor y la oblicuidad, la inspección de la figura nos releva de entrar en mayores detalles.

Si la luz atravesase cuerpos de refringencias diferentes, sufriría desviaciones tambien diferentes al penetrar en cada uno de ellos, cuyo fenómeno se verifica en

nuestra atmósfera; pues que las capas de aire teniendo, como sabemos, diferentes densidades y por consiguiente diferentes poderes refringentes, la luz va sufriendo una refracción tanto mayor cuanto las capas de aire se hallan mas próximas á la tierra; así es que se producirá una curva, por cuya tangente veremos el astro, y por consiguiente elevado respecto de su posición verdadera, dejando solo de producirse este fenómeno cuando el cuerpo considerado se halle en el zenit. Por esta razón vemos al sol y á los demas cuerpos luminosos del espacio, antes de que se hallen sobre el horizonte, y tambien los percibimos despues de haber descendido bajo el plano horizontal en que nos hallamos; y esto explica tambien por que nos parecen mayores en el horizonte que en el zenit, pues que en el primer caso tienen que atravesar los rayos luminosos una mayor masa de aire y mas denso en su mayor parte, de forma que el efecto de la refracción es mas sensible, y nos parece por tanto que los astros describen una curva achatada cóncava hácia la tierra. Este efecto de la refracción se hace sentir tambien en la observación de los objetos terrestres algo lejanos, y tanto mas cuanto su elevación sea menor; razón por la que en las nivelaciones y demas operaciones análogas hay que introducir la corrección correspondiente.

236. Imaginemos ahora un cuerpo terminado por superficies planas inclinadas, que es lo que en óptica se denomina *prisma* en general. Sea para esto el cuerpo ABC (fig. 114), al cual llega un rayo DE de luz oblicuamente á una de sus caras; este rayo se refractará en E á la entrada del prisma, acercándose á la perpendicular, y se refractará nuevamente á la salida en F, alejándose de la perpendicular en este punto y siguiendo la dirección FH, desviándose ó alejándose del ángulo C que se denomina *ángulo refringente del prisma*: advirtiéndose que no es privativo de este ángulo el tomar esta denominación, la cual corresponde siempre al formado por las dos caras que la luz atraviesa; así es que en la figura quedaria el mismo, aun cuando la arista C desapareciese y el prisma en este punto adquiriese una forma cualquiera, siempre que los elementos E y F no cambien de posición. Por lo dicho anteriormente se concibe con facilidad que si el prisma fuese de una sustancia menos refringente que la que le rodea, la desviación de la luz seria al contrario, y en vez de alejarse se aproximaria al ángulo refringente.

La inspección de la figura nos dice que un observador en H verá el cuerpo D en el punto I muy separado de su posición y mas próximo al ángulo refringente ó mas separado de la base, sin que pueda decirse que estará mas alto ó mas bajo, porque esto pende de la colocación que se dé al prisma, ó mas principalmente al ángulo refringente del mismo.

### LECCION LXIII.

**Refracción al través de los cuerpos terminados por superficies curvas. — Lentes. — Determinación gráfica y experimental de los focos.**

237. Las leyes de la refracción se verifican del mismo modo cuando los cuerpos terminan en superficies planas que cuando terminan en superficies curva

y la dirección del rayo luminoso se obtiene en ambos casos por medio de iguales consideraciones. Si imaginamos un medio indefinido terminado por una superficie convexa (fig. 115), un rayo paralelo al eje se refractará en O, acercándose á la normal OC, y cortará el eje en un punto F, que será el foco principal; y si el objeto se aproxima y le suponemos en B, el ángulo de incidencia habrá crecido, y por consiguiente el de refracción, é irá el rayo luminoso á encontrar al eje en un punto ó foco F', mas distante del vértice A. Si aun continúa el objeto aproximándose, el foco se irá alejando, y llegará un caso que la colocación del cuerpo determine un foco en el infinito, ó una dirección paralela en los rayos refractados; y si aun el cuerpo se acercase mas, los rayos saldrían divergentes y se daría lugar á un foco virtual.

Supongamos el cuerpo terminado por una superficie cóncava (fig. 116) y un rayo paralelo al eje se refractará en O, acercándose á la normal y tomando la dirección divergente OD, lo que producirá el foco virtual F. Si el cuerpo se acerca á la superficie, los rayos refractados se harán cada vez mas divergentes, y por consiguiente nunca se presentará un foco real.

Las superficies convexas vemos que producen la convergencia de los rayos, á menos que el objeto no se halle colocado á una distancia igual ó menor que la distancia focal principal, y las superficies cóncavas dan lugar siempre á la divergencia de los rayos de luz, es decir, que el efecto producido por las superficies convexas es el de reunir los rayos luminosos, como en la reflexión lo verificaban las superficies cóncavas; y las cóncavas en este caso dispersan la luz, como en la reflexión lo verificaban las convexas. Si el medio indefinido que consideramos fuese de una sustancia menos refringente que el que le precede, la desviación de la luz seria al contrario, y por lo mismo las superficies convexas la dispersarian y la reunirían las cóncavas.

Si el medio no es indefinido, sino terminado por otra superficie, sea plana ó curva, recibe entonces el nombre de *lente*, y puede ser convergente ó divergente, segun que la superficie ó superficies curvas sean convexas ó cóncavas. Las tres lentes (fig. 117) A, B, C, son convergentes, denominándose la A *bi-convexa*, la B *plano-convexa*, y la C *cavo-convexa* ó *menisque*, en la cual el radio de curvatura de la parte convexa es menor que el de la parte cóncava; y las tres A', B', C' (fig. 118) son divergentes, dándose el nombre de *bi-cóncava* á la A', de *plano-cóncava* á la B', y de *menisque divergente* á la C', en la que el radio de la parte cóncava es menor que el de la superficie convexa. Observaremos al mismo tiempo que las lentes convergentes son mas gruesas por su centro y adelgazan hasta los bordes; y al contrario las divergentes, que son mas delgadas por su centro que por los extremos.

238. La marcha de la luz al través de estos cuerpos no ofrece ninguna dificultad, entendido ya lo que sucede con los medios indefinidos. Sea para esto una lente bi-convexa A (fig. 119), en la que un rayo emanado de un cuerpo P, llega á O donde se refracta, acercándose á la normal CO, y continúa en la dirección OO' hasta la salida en que se refracta nuevamente, alejándose de la normal C'O'

y yendo á cortar el eje en F, que será el foco y á donde se pintará la imágen. Si el objeto se acerca, el foco se alejará y llegará al infinito, ó los rayos saldrán paralelos cuando el cuerpo se halle á la distancia focal principal, y si aun se acercase mas, los rayos saldrán divergentes y se daría lugar á la produccion de un foco virtual. Las lentes cóncavas serán siempre divergentes, y tendrán por consiguiente un foco virtual.

En las lentes, lo mismo que en los espejos, el foco no es un punto único, y la imágen resulta formada en los puntos en que se cruzan los diferentes rayos produciendo curvas, que son las *cáusticas por refraccion*; y presentándose la imágen invertida á causa del cruzamiento de los rayos luminosos.

Nada hay mas fácil que la determinacion del foco principal en las lentes convergentes, bastando situarlas delante del sol, cuyos rayos pueden ser mirados como paralelos y recibir la imágen sobre un carton blanco ó un vidrio sin pulimento, y el foco buscado será el punto en que esta imágen se presente mas pequeña y mas brillante.

Puesto que en las lentes convergentes se puede hacer que los rayos luminosos se reúnan en un punto ó salgan paralelos, se concibe muy bien que pueden reemplazar á los espejos cóncavos en todos los casos en que el uso de éstos sea necesario, y aun los reemplazarán con ventaja en razon á haber menos pérdida de luz en este caso que en el anterior.

#### LECCION LXIV.

##### Determinacion del índice de refraccion en los cuerpos sólidos, líquidos y gases.—Reflexion total.—Espejismo.

239. Para determinar el índice de refraccion de los cuerpos, no habrá mas que medir el ángulo de incidencia y el de refraccion, conocidos los cuales hallaremos los senos y estableceremos la relacion. Tratándose de los sólidos, será necesario formar un prisma con la sustancia que se haya de examinar, y conocer el ángulo refringente del mismo; se le colocará de modo (*fig. 120*) que un rayo de luz D llegue perpendicularmente á la cara AC, en la que por lo tanto no sufrirá ningun desvío; al salir por la CB se refractará alejándose de la normal y siguiendo la direccion FH, cuyo punto H se marcará en una mira, así como el punto I que corresponde á la prolongacion del rayo incidente, tenemos con esto cuanto necesitamos para resolver la cuestion, pues el ángulo de incidencia sobre la superficie CB es igual al ángulo refringente del prisma por tener los lados perpendiculares, y el de refraccion se compone de dos, que son el IFK, igual al de incidencia por opuesto al vértice, y el IFH que nos será fácil determinar, pues que en el triángulo HFI conocemos los dos catetos. Esta relacion es verdad que será para el paso de la luz del sólido al aire, pero servirá para el caso contrario, puesto que entonces será ángulo de incidencia el que antes lo era de refraccion, y al contrario.

Para determinar el índice de refraccion en los líquidos, hay que construir un vaso prismático con láminas de vidrio para formar el prisma líquido que necesitamos, y en seguida se emplea el mismo procedimiento anterior. Es necesario cuidar de que las láminas de vidrio tengan poco espesor, y sobre todo que las dos caras de cada una sean perfectamente planas y paralelas, porque en otro caso constituirían un prisma de vidrio que alteraría completamente las condiciones necesarias para la resolucion de la cuestion [buscada. Hay que tener tambien en cuenta la temperatura, pues que el calor, variando la densidad de los cuerpos, hace variar tambien su refrangibilidad.

Para verificar igual investigacion con los gases, es necesario un prisma que presente un ángulo refringente considerable, atendida la poca refrangibilidad de estos cuerpos; y para disponerle se toma un tubo de vidrio de bastante calibre, se le dan dos secciones inclinadas, que constituirán el ángulo refringente, y se las cierra con dos planchas de vidrio bien planas y con sus caras perfectamente paralelas; en esta averiguacion hay que hacer el vacío en el prisma para introducir el gas, y tener en cuenta la temperatura y la presion.

240. Explicados ya los fenómenos de reflexion y refraccion de la luz, así como el modo de determinar el índice de refraccion de los cuerpos, necesitamos antes de pasar adelante dar la explicacion del fenómeno que se produce cuando *la refraccion se cambia en reflexion*. Al pasar la luz de un medio mas refringente á otro menos, se refracta como sabemos, alejándose de la perpendicular tirada en el punto de inmersion, de modo que un rayo DC (*fig. 121*) seguirá la direccion CE; si el ángulo de incidencia aumenta siendo el rayo D'C, aumentará el de refraccion, y el rayo correspondiente será CE': como el ángulo de refraccion es en este caso mayor que el de incidencia, será el que llegue antes á valer  $90^\circ$ , es decir, que para un rayo incidente D''C, el rayo refractado se confundirá con la superficie CB, formando un ángulo recto, y si aun crece el ángulo de incidencia llegando el rayo con la inclinacion D'''C, crecerá tambien el de refraccion, el cual pasando ya en este caso de  $90^\circ$ , no penetrará en el cuerpo, tomando la direccion CE''', y convirtiéndose en reflexion formando el ángulo FCD''' igual al FCE'''. El ángulo de incidencia FCD'' que ha producido uno de refraccion de  $90^\circ$ , es el que se denomina *ángulo límite*, el cual es diferente para cada cuerpo, y el fenómeno en general se llama de la *reflexion total*, porque efectivamente la luz se refleja de esta manera.

Este fenómeno se produce en grande escala en el bajo Egipto, dando lugar al conocido con el nombre de *espejismo*. En el centro de un dia sereno y en ausencia de todo viento horizontal, brillando el sol con fuerza, aparece toda la llanura como recubierta por una inundacion general, el azul de la atmósfera se reproduce hasta el horizonte, y los objetos elevados, tales como edificios ó palmeras, se ven invertidos del mismo modo que se verian en la superficie de un lago tranquilo; esta inundacion termina á alguna distancia del observador, hallándose éste en el centro de una isla circular, que pudiéramos decir se mueve con él mismo, puesto que á medida que avanza, la inundacion se retira, manteniéndose siempre á una mis-

ma distancia. La ilusion sin embargo es completísima, presentándose una fluctuacion ó vaguedad en los contornos de los objetos, tal como se verifica cuando estos se reproducen en superficies líquidas de gran extension.

La explicacion del fenómeno no presenta ninguna dificultad; sabemos que el aire calentado por los rayos solares directos y reflejados sobre la tierra, así como por el calor que produce ésta, se eleva á las regiones altas de la atmósfera, siendo reemplazado por otro mas frio que se eleva á su vez, y así continuando. Este fenómeno, que se verifica en todas partes, no da lugar á la produccion del espejismo; porque las capas inferiores tardan en adquirir la menor densidad que la dilatacion produce, y en virtud de la cual se elevan; pero si el calentamiento del suelo es tal que la capa que reemplaza á la que se eleva adquiere instantáneamente la disminucion de densidad necesaria para elevarse, la renovacion será tan rápida que el efecto será el mismo que si una capa de aire de menor densidad que las demas se hallase fija en contacto con el suelo; los rayos de luz por consiguiente tienen que pasar de una capa mas densa á otra menos, y llegarán de los objetos distantes con la inclinacion suficiente para formar el ángulo límite, que será donde termine para el observador la inundacion, y otros que, produciendo la reflexion total, presentarán los objetos invertidos y completarán la ilusion.

Como la duracion de la impresion en el ojo humano es de  $\frac{1}{10}$ , no se necesita que la renovacion de las capas sea instantánea, bastando solo que no exceda del tiempo que dura la impresion; y efectivamente se verifica de este modo, como lo prueba la fluctuacion de los contornos de las imágenes que tan poderosamente ayuda á completar el fenómeno. El espejismo se ha observado tambien en el mar, en donde para la menor densidad de la capa inferior contribuye notablemente la evaporacion, pues ya sabemos que el aire cargado de vapor es menos denso.

La reflexion total puede explicarnos la multiplicidad de imágenes en un espejo comun. Al caer un rayo de luz D sobre un espejo AB (fig. 122) parte se refleja en la superficie del vidrio produciendo una imagen, y parte penetra refractándose, y se refleja sobre la superficie metálica que por la parte posterior le recubre; al presentarse á la salida, una parte se refracta y sigue la direccion F, dando lugar á una imagen en su prolongacion; y otra parte sufre la reflexion total y retrocede para reflejarse nuevamente sobre el metal y presentarse á la salida en I, donde una parte sigue la direccion IH, produciendo una imagen en la prolongacion HI, y otra sufre la reflexion total para seguir produciendo los mismos fenómenos. El número de imágenes no es infinito por las pérdidas que la luz sufre en las refracciones sucesivas, pero siempre se logra ver dos ó tres colocándose con mucha oblicuidad, y aun se consigue ver mayor número si el espesor del vidrio es algo considerable. Esta propiedad ningun inconveniente presenta en el uso doméstico y ordinario, pero le produciria muy grave en las observaciones astronómicas; razon por la cual se emplean en este caso espejos metálicos que, no teniendo mas que una superficie, nunca dan lugar á la formacion de mas de una imagen.

Para observar estos fenómenos es conveniente emplear un cuerpo brillante, tal como la llama de una bujía, y colocarse con gran oblicuidad. Esto explica el fe-

nómeno curioso que tiene lugar al mirar con oblicuidad un objeto en un espejo cóncavo comun; estos espejos suelen ser lentes plano-convexas, azogadas por la parte curva, de modo que el metal forma efectivamente un espejo cóncavo, pero tiene delante un vidrio de espesor diferente en cada una de sus partes y con la superficie anterior plana; de aquí resultan imágenes derechas é imágenes invertidas, imágenes regulares y ordinarias é imágenes amplificadas, lo que produce una confusion aparente que no deja de ofrecer novedad.

## LECCION LXV.

### Descomposicion y recomposicion de la luz.—Colores complementarios.—Diversidad de espectros en la descomposicion.

241. Al ocuparnos de la refraccion de la luz al través de cuerpos terminados por superficies planas ó inclinadas, ó sean los prismas, solo hemos estudiado la desviacion que sufre el rayo luminoso; pero ademas de ésta tiene lugar una dispersion que se verifica descomponiéndose el rayo en otros diversamente coloreados. Si imaginamos un prisma (fig. 123) ABC, sobre el cual caiga un rayo luminoso F, éste se refractará en I, y no solamente se alejará del ángulo refringente, sino que se descompondrá en otros divergentes, que producirán sobre un plano una imagen comprendida entre dos líneas paralelas y terminada por dos semicírculos, compuesta de siete bandas tenidas de diferentes colores. Empezando á contar por la parte mas próxima al ángulo refringente del prisma, los colores son rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta; y no están separados por una línea precisa y bien marcada, sino que se hallan, pudiéramos decir, desleídos unos en otros en el paraje de su union, no ocupando tampoco una extension igual cada uno de ellos en esta banda coloreada que se llama *espectro solar*.

Pudiera sospecharse que los colores son únicamente tres, el encarnado, el amarillo y el azul; puesto que en las artes se obtiene el color anaranjado por la reunion del encarnado y amarillo, y precisamente en el espectro aquel color se halla en medio de éstos, lo que parece indicar que resulta de la superposicion de los rayos extremos de ambos: del mismo modo el verde, que se halla entre el amarillo y el azul, se obtiene en las artes por la reunion de éstos; y aun el violeta, si imaginamos otro espectro que tenga principio donde éste acaba, se hallará entre el añil y el encarnado, que son los que pueden producirle. Nada mas fácil que salir de dudas respecto á este punto; para lo cual se hace caer el espectro sobre una tabla con pequeños agujeros convenientemente dispuestos, de modo que puedan descubrirse ó no, segun la necesidad, y se dispone de modo que el rayo verde, v. gr., caiga sobre uno de los agujeros, con lo cual tendremos un rayo de este color separado ó aislado de los demas: este rayo se hace llegar á un nuevo prisma en el cual se refracta, pero no sufre ninguna descomposicion. Si en seguida hacemos pasar dos rayos, uno amarillo y otro azul, y los reunimos por medio de una lente con-

vergente, nos dará el color verde en el punto en que se reúnan; pero este color verde será descompuesto en los dos que le han producido si el rayo atraviesa otro prisma; por consiguiente, los colores son siete, son simples é inalterables. Lo que pudiera mejor sostenerse, y aun es útil en algunas circunstancias considerarlo de este modo, es la cantidad infinita de colores diferentes, para lo que es necesario considerar el espectro dividido en filetes, y cada uno de ellos como un color especial.

El espectro se produce con el mismo número de colores y situados en el mismo orden, cualquiera que sea el origen de la luz; pero con la producida por el sol, no solamente es mas brillante sino mas fácil de ejecutar, no habiendo mas que hacer que practicar una pequeña abertura en la ventana, dejar el aposento á oscuras, y por medio de un espejo colocado en lo exterior dirigir el rayo solar por la abertura y colocar el prisma en su tránsito.

242. Para completar tanto el experimento como la teoría, es necesario buscar medios de reunir la luz dispersada, y ver si en este caso se reproduce la luz blanca que fué la que llegó á la primera cara del prisma. El objeto se consigue por medio de una lente convexa, ó empleando un espejo cóncavo, y en el foco de uno ó otra veremos aparecer la luz blanca. De aquí resulta que el blanco y el negro no son colores, siendo el primero el resultado de la reunion de todos ellos, y el segundo siendo solo la carencia de color. Nos dicen tambien estos experimentos que los colores residen exclusivamente en la luz, y que los cuerpos considerados bajo este aspecto solo poseen la propiedad de reflejar ó refractar igualmente todos los colores, en cuyo caso los veremos blancos, ó de ser impresionables por uno ó mas colores y no por los restantes, produciendo entonces los matices diversos que todos admiramos.

Llamamos *colores complementarios* á los que reunidos forman el blanco; así es que cada uno de los siete colores es complementario de la tinta que resulta de la reunion de los seis restantes, y reciprocamente; y la tinta producida por la reunion de tres cualesquiera de los colores, será complementaria de la que resulte de la reunion de los otros cuatro.

243. La descomposicion de la luz prueba que se halla este fluido compuesto de rayos diferentemente refrangibles, pues de no ser de este modo no se ve razon alguna para que la dispersion se presentase; el rayo menos refrangible es el encarnado ó rojo, que es el que menos se separa del ángulo refringente; y el mas refrangible es el violeta ó violado, que es el que mas se acerca á la base del prisma.

El espectro no se halla igualmente alumbrado en todas sus partes, y aunque la carencia de un buen fotómetro dificulta no poco esta investigacion, el paraje mas alumbrado ó en donde reside el maximum de luz es en el amarillo y el verde, es decir, en el centro del espectro.

El calor que acompaña á la luz solar ha sido objeto de reiteradas observaciones para ver si sufría dispersion, y en este caso cómo se distribuía en los diferentes colores; para lo cual no hay mas que servirse de termómetros muy sensibles y colocarlos en los diferentes colores del espectro. Empleando este procedimiento se

ha visto que la dispersion se verifica, y que hay un maximum de calor que corresponde al rayo rojo; pero despues de los experimentos de Melloni, de que nos hemos ocupado en lugar oportuno, y que han producido el estudio de la diatermancia, el maximum obtenido en el *espectro calorífico* se ha visto que varía de colocacion con la naturaleza de la sustancia de que el prisma se halle formado.

Tambien se ha hallado un *espectro químico* observando la accion de los diferentes rayos sobre las combinaciones del cloro, señaladamente en el cloruro de plata. Esta sustancia se altera y se ennegrece por la accion de la luz, y se ha visto que lo verifica en todos los colores; pero que su maximum de accion reside en el violado, que es donde se altera con mas rapidez.

Tambien se ha pretendido la existencia de un *espectro magnético*, cuyo maximum se fijaba igualmente en los rayos violados; pero no lo han comprobado los experimentos hasta ahora.

Hemos dicho que cualquiera que sea el origen de la luz, el espectro se producía del mismo modo; mas sin embargo, debemos á Fraunhofer la averiguacion y descubrimiento de unas fajas alternativamente oscuras y brillantes en el espectro, que aparecen sin orden sensible al parecer, pero que se presentan siempre del mismo modo; y cuya colocacion varía cuando en vez de la luz solar se emplea la de las estrellas, la luz eléctrica, la de una lámpara de alcohol etc.

## LECCION LXVI.

### Acromatismo presentado experimentalmente.—Aplicaciones.—Arco iris.

244. Llamamos *acromatismo* la propiedad que la luz adquiere atravesando espesores diferentes de sustancias convenientemente dispuestas para sufrir la desviacion correspondiente sin descomponerse ni presentar otro color que el blanco. Por mucho tiempo se habia admitido la imposibilidad de verificar este fenómeno, pero se demostró que el acromatismo podia existir, empleando un medio que con ligeras modificaciones es el mismo de que en el día nos servimos. Si colocamos al paso de un haz de luz blanca un prisma ordinario de vidrio, y á continuacion otro de liquido incoloro, que consiste en una caja de vidrios en la que una de las caras puede moverse y variar la inclinacion, el rayo luminoso se descompondrá; pero haciendo variar la inclinacion de la cara móvil, ó lo que es lo mismo, el ángulo refringente del prisma liquido, se llega á una posicion en que la luz se desvia sin sufrir descomposicion.

Este procedimiento nos dice el camino que deberemos seguir para *acromatizar* los prismas, que será servirse de dos, colocarlos de modo que los ángulos refringentes estén invertidos, y disponerlos de sustancias diferentes, y ademas que el valor de los ángulos sea distinto, dependiendo éste de las potencias refractivas de las sustancias empleadas. Los cuerpos empleados en la confeccion de estos prismas son el vidrio ordinario y el vidrio fino de espejos, disponiéndolos de modo

que se toquen y ajusten ambos prismas por una de sus caras, que podremos considerar como comun para ambos. Empleando solos dos prismas no puede en rigor acromatizarse mas que dos solos rayos, y se eligen para esto los verdes y los anaranjados, porque su intensidad es mayor que la de todos los demas; si empleásemos siete prismas, como seria necesario para acromatizar los siete colores, ademas de las dificultades en la disposicion de los ángulos refringentes, la pérdida de luz seria demasiado considerable.

Las lentes son verdaderos prismas en óptica, y por lo mismo la luz se descompone al atravesarlas como debe suceder, puesto que recorre espesores diferentes; de aquí la necesidad de acromatizarlas, lo que se consigue por el mismo procedimiento que á los prismas, empleando dos lentes, una cóncava y otra convexa, construidas de las mismas sustancias que dejamos mas arriba expuestas; lo que produce siempre una lente cavo-convexa, que será convergente ó divergente segun las curvaturas que se hayan empleado.

El acromatismo de las lentes es de una importancia suma en la construccion de todos los instrumentos de óptica, pues sin esta circunstancia las imágenes aparecieran siempre rodeadas de una aureola teñida con los colores del espectro, lo que no solamente produciria mal efecto, sino que imposibilitaria todas las observaciones en que fuese necesaria una regular exactitud.

245. El arco iris resulta de la descomposicion de la luz que atraviesa las gotas líquidas de una nube que se resuelve en lluvia. Para que sea perceptible es necesario que el sol no tenga gran altura sobre el horizonte, y que el observador se halle de espaldas á este astro; cumplidas estas condiciones, nada mas fácil que darse cuenta de la produccion del fenómeno. Sea para esto una gota ABC (fig. 124). é imaginemos un rayo solar SA, el cual se refractará á la entrada de la gota siguiendo la direccion AC; en este punto C una parte se refractará saliendo de la gota y siendo perdida para el observador, y otra parte sufrirá la reflexion total y se dirigirá á B, donde verificándose lo mismo, la parte reflejada será perdida para el observador y la refractada en la direccion BO llegará á herir el órgano de la vision. Estas reflexiones y refracciones sucesivas, verificadas sobre espesores diferentes de líquido, producen la descomposicion de la luz; y si bien es cierto que en cada una de las gotas se da lugar á un espectro completo, tambien lo es que para el observador no puede haber mas rayos eficaces que un solo pincel en cada gota, de forma que él solo descubre un color en cada una, y se forma el espectro por la reunion de los filetes diversamente coloreados y procedentes de diferentes gotas.

El efecto es el mismo que notamos al través de la pedreria de una araña, en que cada uno de los vidrios tallados que la forman nos presenta un color particular, color que cambia en cada uno sin mas que variar de posicion respecto al observador. En el fenómeno del arco iris es verdad que las gotas se renuevan sin cesar; pero verificándose esta renovacion con rapidez suma, el efecto para el observador es el mismo que si se hallasen en una posicion constante y fija. El arco se nos presenta en esta forma porque es la base de un cono, cuya cúspide se encuentra en el ojo del observador, cortado por un plano secante que es el del horizonte.

Frecuentemente se ven dos arcos, de los que el segundo tiene los colores invertidos y menos brillantes, el cual proviene de gotas tales como ABCD (fig. 125), en que la luz eficaz es la que llega por la parte A segun la direccion SA, sufre una reflexion en B y otra en C en lo interior de la gota, y se refracta en D siguiendo la DO para dirigirse al ojo del observador. El cruzamiento de los rayos luminosos en I explica la inversion del espectro, y el mayor número de reflexiones y refracciones sucesivas la debilitacion de la luz. Vemos que el primer arco proviene de una reflexion interior, el segundo de dos, y se concibe muy bien la existencia de un tercero, un cuarto etc., procedentes de un igual número de reflexiones; pero la pérdida que necesariamente sufre la luz en todas estas modificaciones, hace que rara vez se presente el tercer arco, y nunca los siguientes. Alguna vez se observa el arco lunario, que no debe confundirse con los halos ó coronas, cuya explicacion es enteramente diferente, y para la cual hay que suponer agujas prismáticas de hielo en la atmósfera con ángulos determinados.

## LECCION LXVII.

## Ideas generales acerca de la doble refraccion y polarizacion de la luz.

246. Ademas de los fenómenos estudiados, la luz sufre modificaciones singulares cuando atraviesa varios cuerpos cristalizados, entre los que se distingue el *espató de Islandia*, al través de cuyos cristales romboédricos la luz se divide presentando dos imágenes de un mismo objeto. Para que esto suceda es necesario que uno de los rayos en que la luz se divide esté sujeto á leyes especiales, ó lo que es lo mismo, que el índice de refraccion sea diferente; y de aquí la denominacion de *rayo ordinario* y de *rayo extraordinario* dada á cada uno de los considerados, y la de *imagen ordinaria*, é *imagen extraordinaria* á las producidas por cada uno de aquellos.

Existe sin embargo una direccion en que la luz no se divide, y es cuando atraviesa el cristal paralelamente al eje, que es la línea que une los ángulos triédros obtusos; en todas las demas posiciones se presentan siempre dos imágenes. Si colocamos dos cristales superpuestos, se presentarán dos ó cuatro imágenes segun la posicion relativa de los ejes y de las secciones principales.

Ademas de esta propiedad, posee la luz la de *polarizarse* ó reflejarse y refractarse de preferencia bajo un ángulo dado. Si se hace llegar un rayo de luz sobre una lámina de vidrio sin azogar con una incidencia de  $54^{\circ} 35'$  partiendo de la normal, este rayo no puede ser reflejado por otra lámina de vidrio que encuentre con la misma inclinacion, cuando el plano de incidencias sobre ésta es perpendicular al de reflexion sobre la primera; pero puede reflejarse bajo todas las demas inclinaciones, si bien lo verifica con intensidades diferentes.

La luz se polariza tambien por refraccion cuando un rayo llega á una lámina

que se toquen y ajusten ambos prismas por una de sus caras, que podremos considerar como comun para ambos. Empleando solos dos prismas no puede en rigor acromatizarse mas que dos solos rayos, y se eligen para esto los verdes y los anaranjados, porque su intensidad es mayor que la de todos los demas; si empleásemos siete prismas, como seria necesario para acromatizar los siete colores, ademas de las dificultades en la disposicion de los ángulos refringentes, la pérdida de luz seria demasiado considerable.

Las lentes son verdaderos prismas en óptica, y por lo mismo la luz se descompone al atravesarlas como debe suceder, puesto que recorre espesores diferentes; de aquí la necesidad de acromatizarlas, lo que se consigue por el mismo procedimiento que á los prismas, empleando dos lentes, una cóncava y otra convexa, construidas de las mismas sustancias que dejamos mas arriba expuestas; lo que produce siempre una lente cavo-convexa, que será convergente ó divergente segun las curvaturas que se hayan empleado.

El acromatismo de las lentes es de una importancia suma en la construccion de todos los instrumentos de óptica, pues sin esta circunstancia las imágenes aparecieran siempre rodeadas de una aureola teñida con los colores del espectro, lo que no solamente produciria mal efecto, sino que imposibilitaria todas las observaciones en que fuese necesaria una regular exactitud.

245. El arco iris resulta de la descomposicion de la luz que atraviesa las gotas líquidas de una nube que se resuelve en lluvia. Para que sea perceptible es necesario que el sol no tenga gran altura sobre el horizonte, y que el observador se halle de espaldas á este astro; cumplidas estas condiciones, nada mas fácil que darse cuenta de la produccion del fenómeno. Sea para esto una gota ABC (fig. 124). é imaginemos un rayo solar SA, el cual se refractará á la entrada de la gota siguiendo la direccion AC; en este punto C una parte se refractará saliendo de la gota y siendo perdida para el observador, y otra parte sufrirá la reflexion total y se dirigirá á B, donde verificándose lo mismo, la parte reflejada será perdida para el observador y la refractada en la direccion BO llegará á herir el órgano de la vision. Estas reflexiones y refracciones sucesivas, verificadas sobre espesores diferentes de líquido, producen la descomposicion de la luz; y si bien es cierto que en cada una de las gotas se da lugar á un espectro completo, tambien lo es que para el observador no puede haber mas rayos eficaces que un solo pincel en cada gota, de forma que él solo descubre un color en cada una, y se forma el espectro por la reunion de los filetes diversamente coloreados y procedentes de diferentes gotas.

El efecto es el mismo que notamos al través de la pedreria de una araña, en que cada uno de los vidrios tallados que la forman nos presenta un color particular, color que cambia en cada uno sin mas que variar de posicion respecto al observador. En el fenómeno del arco iris es verdad que las gotas se renuevan sin cesar; pero verificándose esta renovacion con rapidez suma, el efecto para el observador es el mismo que si se hallasen en una posicion constante y fija. El arco se nos presenta en esta forma porque es la base de un cono, cuya cúspide se encuentra en el ojo del observador, cortado por un plano secante que es el del horizonte.

Frecuentemente se ven dos arcos, de los que el segundo tiene los colores invertidos y menos brillantes, el cual proviene de gotas tales como ABCD (fig. 125), en que la luz eficaz es la que llega por la parte A segun la direccion SA, sufre una reflexion en B y otra en C en lo interior de la gota, y se refracta en D siguiendo la DO para dirigirse al ojo del observador. El cruzamiento de los rayos luminosos en I explica la inversion del espectro, y el mayor número de reflexiones y refracciones sucesivas la debilitacion de la luz. Vemos que el primer arco proviene de una reflexion interior, el segundo de dos, y se concibe muy bien la existencia de un tercero, un cuarto etc., procedentes de un igual número de reflexiones; pero la pérdida que necesariamente sufre la luz en todas estas modificaciones, hace que rara vez se presente el tercer arco, y nunca los siguientes. Alguna vez se observa el arco lunario, que no debe confundirse con los halos ó coronas, cuya explicacion es enteramente diferente, y para la cual hay que suponer agujas prismáticas de hielo en la atmósfera con ángulos determinados.

## LECCION LXVII.

## Ideas generales acerca de la doble refraccion y polarizacion de la luz.

246. Ademas de los fenómenos estudiados, la luz sufre modificaciones singulares cuando atraviesa varios cuerpos cristalizados, entre los que se distingue el *espató de Islandia*, al través de cuyos cristales romboédricos la luz se divide presentando dos imágenes de un mismo objeto. Para que esto suceda es necesario que uno de los rayos en que la luz se divide esté sujeto á leyes especiales, ó lo que es lo mismo, que el índice de refraccion sea diferente; y de aquí la denominacion de *rayo ordinario* y de *rayo extraordinario* dada á cada uno de los considerados, y la de *imagen ordinaria*, é *imagen extraordinaria* á las producidas por cada uno de aquellos.

Existe sin embargo una direccion en que la luz no se divide, y es cuando atraviesa el cristal paralelamente al eje, que es la línea que une los ángulos triédros obtusos; en todas las demas posiciones se presentan siempre dos imágenes. Si colocamos dos cristales superpuestos, se presentarán dos ó cuatro imágenes segun la posicion relativa de los ejes y de las secciones principales.

Ademas de esta propiedad, posee la luz la de *polarizarse* ó reflejarse y refractarse de preferencia bajo un ángulo dado. Si se hace llegar un rayo de luz sobre una lámina de vidrio sin azogar con una incidencia de  $54^{\circ} 35'$  partiendo de la normal, este rayo no puede ser reflejado por otra lámina de vidrio que encuentre con la misma inclinacion, cuando el plano de incidencias sobre ésta es perpendicular al de reflexion sobre la primera; pero puede reflejarse bajo todas las demas inclinaciones, si bien lo verifica con intensidades diferentes.

La luz se polariza tambien por refraccion cuando un rayo llega á una lámina

de vidrio bajo la incidencia de  $54^{\circ} 35'$  contando desde la normal, el cual rayo, si se recibe sobre otra lámina de vidrio bajo el mismo ángulo, se halla que la intensidad de la luz reflejada en este caso varía con la posición del plano de incidencia relativamente al de emergencia. Esta luz polarizada por refracción presenta una diferencia notable con la polarizada por reflexión. En la reflexión la luz reflejada por el segundo vidrio tiene una intensidad maximum ó minimum según que el plano de reflexión en éste es paralelo ó perpendicular al plano de reflexión sobre el primero; y en la polarización por refracción la luz reflejada por el segundo vidrio posee al contrario una intensidad minimum ó maximum según que el plano de incidencia es paralelo ó perpendicular al de emergencia.

La polarización por refracción es solo parcial cuando se verifica al través de un solo vidrio; pero si se le hace atravesar una pila compuesta de diferentes láminas, la parte de luz que atraviesa la segunda es la totalidad de la que se polarizó en la primera, mas la cantidad polarizada al atravesar la segunda, mas una cantidad de luz no polarizada aun; la cantidad que atraviesa la tercera es la totalidad de la luz polarizada en las dos anteriores, mas la que lo verifica en ésta, mas una porción de luz no polarizada; esto nos dice que en las láminas sucesivas la cantidad absoluta de luz disminuye, pero la cantidad de luz polarizada aumenta, y puede concebirse un número suficiente de láminas para que la polarización sea completa, en cuyo caso no habrá disminución ninguna en la luz, cualquiera que sea la profundidad ó espesor de los intermedios que atravesase.

El ángulo de polarización es diferente para cada cuerpo, y el nombre que recibe este fenómeno es debido á Newton, que en su sistema de la emisión suponía las moléculas de luz dotadas de dos polos ó centros de acción dotados de propiedades diferentes, y cuyos ejes, vueltos en todos sentidos en la luz natural, adquirían el paralelismo en la polarización.

247. No solamente son notables los fenómenos de doble refracción y polarización indicados, sino el de los *anillos coloreados* que se producen al oprimir una lente plano-convexa sobre un vidrio plano tangente á la misma. Se observa mirando por reflexión una mancha negra en el punto de contacto, luego un anillo brillante, otro oscuro, á continuación otro brillante, y así prosiguiendo. Si esto mismo lo observamos por refracción, se ve una mancha brillante en el contacto, luego un anillo oscuro, en seguida otro brillante, y así prosiguiendo; de forma que los anillos brillantes por reflexión son oscuros por refracción, y al contrario; y los espesores de la lámina de aire intermedia, que es donde los anillos se forman, siguen la serie de los números impares 1, 3, 5, 7 etc. para los anillos brillantes vistos por reflexión; y para los oscuros la serie 0, 2, 4, 6 etc. de los números pares; estas series se hallan cambiadas para los anillos vistos por refracción, correspondiendo la de los números impares á los oscuros y la de los pares á los brillantes.

Todos estos fenómenos, imposibles de explicar debidamente en el sistema de la emisión, son por el contrario á propósito para recibir una explicación rigurosa por el sistema de las ondulaciones. Estas vibraciones producidas en el éter á semejanza de las sonoras que hemos estudiado respecto á los cuerpos ponderables, sin embar-

go de poseer también la propiedad de cruzarse sin perturbarse, esta libertad tiene un límite para las ondulaciones que partiendo de un mismo origen se encuentran después de haber recorrido caminos diferentes; y se refuerzan ó se extinguen según que las diferencias son de un número par ó impar de semi-ondulaciones, lo que explica cómo puede verificarse que luz añadida á luz produzca oscuridad.

Este estudio es sumamente vasto ó importante, pero nos ceñimos á estas ligerísimas indicaciones, suficientes para completar el plan propuesto, y también para llamar la atención hácia un estudio más detenido de estas notables y bellísimas teorías.

### LECCION LXVIII.

#### De la vision.—Descripción del ojo humano.—Aplicación de las lentes para los miopes y presbitas.

248. El órgano de la vision se compone de un globo ovoide colocado en una cavidad huesosa, llamada *órbita del ojo*; se halla rodeado por una membrana fibrosa, que se denomina *córnea opaca* en la parte posterior del órgano, y *córnea transparente* en su parte anterior. La *córnea opaca* (fig. 126) es blanda, flexible y regularmente gruesa, afectando la forma de un segmento esférico, y la *córnea transparente* ACB tiene también la forma de un segmento esférico, pero de un radio menor. Una segunda membrana, llamada *coroides* ó *coroidea*, se halla unida á la cara interna de la *córnea opaca* hasta el punto de union de las dos córneas, desde donde continúa por la parte anterior del ojo sin adherirse á la *córnea transparente*, y forma un diafragma AB teñido de colores diferentes, el cual se denomina *iris*, y se halla atravesado en su medio por una pequeña abertura, llamada *pupila*. Detrás del iris se halla un cuerpo lenticular MN, sólido y transparente, que ha recibido el nombre de *crystalino*, el cual se halla formado de capas diferentes superpuestas, de mayor curvatura y refringencia en el centro que en los bordes, y encerrado en una membrana particular, llamada *cápsula cristalina*, que se une á la *coroides* en todo su contorno. La *cápsula cristalina* divide el ojo en dos cavidades, de las que la anterior está llena de un licor llamado *humor acuoso*, y la posterior de otro líquido denominado *humor vítreo*. Por último, otra membrana llamada *retina* se encuentra aplicada sobre la pared interna de la *coroides*, cuya membrana es semi-transparente y está formada por la expansión del nervio óptico.

En la marcha de los rayos luminosos en el ojo no hay nada que no esté conforme con las leyes explicadas en la refracción. El haz de luz que un punto luminoso envía sobre la *córnea transparente* sufre una disminución de divergencia refractándose en el humor acuoso, una parte de esta luz refractada va á caer sobre el iris, donde se refleja irregularmente y envía al exterior el color de esta membrana; la parte que pudiéramos llamar central atraviesa la *pupila*, cae sobre el *crystalino*, se refracta y va á formar sobre la *retina* la imagen del punto ó cuerpo luminoso. Las imágenes se presentan invertidas y sin iris alguno, lo que prueba el acromatismo del órgano de la vision.

La estimación del tamaño y de la distancia de los objetos es un resultado de la costumbre y de la comparación; así es que juzgamos distantes los objetos vistos bajo un ángulo visual pequeño, de lo cual se saca partido en la perspectiva y en el dibujo en general.

El aplanamiento ó disminución de curvatura de la parte anterior del ojo, defecto que generalmente se produce con la edad, hace que las personas que se hallan en este caso, y que se denominan *presbitas*, no perciban con distinción los objetos próximos en razón á que el foco del ojo debe hallarse mas allá de la retina; así que tienen necesidad de separarse ó alejarse de los objetos que pretenden examinar; este defecto se corrige colocando lentes convergentes delante de los ojos, las cuales producen la convergencia suficiente para que el foco se halle sobre la retina. El defecto opuesto, y que se encuentra en individuos de todas edades, es el de una demasiada curvatura, que hace que solo se distingan con exactitud los objetos próximos, pues que para los distantes el foco se halla situado antes de la retina; los que se encuentran en este caso, y á los cuales se denomina *miopes*, corrigen esta falta por medio de lentes cóncavas que separan los rayos lo suficiente para compensar la demasiada convergencia que el órgano por sí produce.

Las curvaturas que son necesarias para este uso varían para cada individuo, y aun en uno mismo con el tiempo. Con el objeto de dar mas libertad al ojo, para distinguir objetos que se hallen en una dirección oblicua respecto al eje, se ha ideado emplear lentes cavo-convexas, que sabemos pueden ser convergentes ó divergentes, según la relación entre las curvaturas, las cuales se han llamado *periscópicas*, y producen muy buen efecto siempre que estén bien construidas.

En alguna ocasión en el curso de estas lecciones hemos expuesto, aunque anticipadamente, que la sensación duraba en la retina  $\frac{11}{10}$ ; y ahora, que ya conocemos la marcha de la luz en el ojo, podemos experimentalmente convencernos de esta verdad. Tómese un carbon encendido y hágasele girar con rapidez describiendo una circunferencia, y tendremos la ilusión de una circunferencia entera de luz, no obstante que sabemos que el carbon no puede hallarse á un mismo tiempo en todos los puntos; lo mismo sucede con los soles que se imitan en los fuegos artificiales, y todo prueba que la impresión producida en la retina dura un tiempo que la observación ha estimado en la cantidad que dejamos expuesta.

### LECCION LXIX.

#### Instrumentos de óptica.—Cámara oscura.—Daguerreotipo.—Cámara lucida.

249. La *cámara oscura* es un sencillo aparato de óptica, que se forma siempre que se deja un aposento á oscuras sin mas luz que la que puede entrar por una pequeña abertura practicada en la ventana; en cuyo caso las imágenes de los objetos exteriores que suponemos bien alumbrados, se pintarán invertidas en el fondo

del cuarto. Con la mira de hacer portátil este aparato, y de un uso fácil y cómodo, se compone (*fig. 127*) de una caja rectangular de madera ó carton, con un tubo en una de sus paredes laterales, en el cual lleva una lente para recoger un mayor número de rayos, los que se dirigen á un espejo plano inclinado  $45^\circ$ , sobre el que se reflejan y van á pintar la imagen en un vidrio sin pulimento colocado en la parte superior. En vez del espejo puede emplearse un prisma triangular de vidrio, dispuesto de modo que la luz sufra la reflexión total sobre una de sus caras; y mejor si la cara de entrada es convexa, la de reflexión plana, y cóncava la de salida, en cuyo caso se obtienen ventajas de consideración respecto al campo que abraza el aparato.

Se puede disponer (*fig. 128*) de modo que la luz llegue á un espejo plano convenientemente inclinado, desde el que se reflejarán sobre una lente horizontal, en cuyo foco se cruzarán los rayos é irán á pintar la imagen en un papel colocado sobre una mesa, en la que por medio de un bastidor suponemos que se sostenga el aparato. El objeto de la cámara oscura es el de dibujar la vista de un edificio, de un campo etc., si bien cuando la extensión es grande presenta el inconveniente de que si se pintan bien los objetos próximos, lo verificarán mal los lejanos; y al contrario, si estos se dibujan bien, se presentarán aquellos con poca exactitud, lo que proviene de que el foco de la lente es uno, y no puede pintar con igual precisión objetos que se hallen á distancias diferentes.

Hace bastantes años que se pensó en sacar partido de la propiedad que posee el cloruro de plata, de alterarse y ennegrecerse por la acción de la luz, para ver si sería posible que la imagen representada sobre el papel quedase allí fija, sin tener que seguir los contornos con el lápiz ni verificar operación alguna; los ensayos verificados con este motivo dejaron mucho que desear; pero trabajando sobre esta aplicación diferentes físicos, se ha llegado por fin al *daguerreotipo* que resuelve perfectamente la cuestión. El aparato, en cuanto al modo de pintar las imágenes, no es mas que una cámara oscura comun con una buena lente aeromática; el plano en que se han de pintar las imágenes, es una chapa de cobre recubierta de plata, bien pulimentada, y que necesita ántes y despues de recibir la impresión de la luz sufrir varias operaciones. Suponiendo la plancha nueva y bien limpia, hay que empezar echando sobre ella una gota de alcohol y un poco de rojo, y frotarla con algodón en rama hasta que quede tersa y sin impresión extraña alguna; en este estado se la coloca al vapor del cloruro de iodo, hasta que tome un color débilmente morado, en cuyo caso, y preservándola cuidadosamente de la impresión de la luz, se la coloca en el foco de la cámara oscura, que se habrá situado convenientemente de antemano; allí permanecerá un corto rato, y en seguida se la sacará, cuidando que la luz no la impresione y se la colocará en una caja á propósito, donde recibirá el vapor del mercurio con una inclinación de  $45^\circ$ ; el metal se calentará por medio de una lámpara de alcohol, que se tendrá cuidado de apagar en cuanto se note que va apareciendo la imagen sobre la plancha en cuestión. En seguida se la lava con hiposulfito de sosa, para quitar las partes del cloruro no atacadas por la luz; y si aun se quiere hacer la imagen mas inalterable, se la recubre con cloruro

de oro, y se la calienta hasta que el cloruro desprenda vapores abundantes, se quita éste en seguida, se la lava con agua destilada, y la operacion se encuentra terminada.

La gran sensibilidad del cloro respecto de la luz, y la aplicacion notable de que acabamos de ocuparnos, dan lugar á espresar que un dia se halle, por modificaciones que tal vez se introduzcan en la operacion, un buen fotómetro que tanta falta hace en la ciencia.

250. La *cámara clara* ó *cámara lucida* se compone de un prisma ABCD de vidrio (fig. 129) que tiene el ángulo A de  $90^\circ$  y el C de  $135^\circ$ . Los rayos de luz F entran perpendicularmente por la cara AB, sufren la reflexion total sobre la cara BC, de donde se dirigen sobre la CD, en la cual sufren tambien la reflexion total para salir perpendicularmente por la AD, en donde el observador en O verá el punto F en la prolongacion de OH. El uso de este aparato no es muy cómodo, porque es necesario que media pupila se halle sobre la cara AD, y media fuera del prisma; si el ojo se adelanta, se verá con claridad la imagen, pero no la punta del lápiz que ha de seguir sus contornos; y si el ojo se atrasa, verá la punta del lápiz, pero no percibirá la imagen del punto F; razon por la que es indispensable que la posicion sea la que arriba dejamos expuesta.

## LECCION LXX.

### Microscopios.—Anteojos astronómicos.—Idem terrestres.—Telescopios.

251. Los *microscopios* son aparatos destinados á ver los objetos amplificados para poder apreciar todos sus detalles. Sabemos que se juzga del tamaño de los objetos por el ángulo visual bajo el cual se nos presentan, y por lo mismo, cuando tratamos de distinguir con precision un objeto pequeño, le aproximamos cuanto es posible al órgano de la vista; pero tambien sabemos que si le acercamos demasiado, los detalles desaparecen, y solo percibimos una confusa imagen del cuerpo considerado. Esta confusion que resulta, y cuya causa es la gran cantidad de rayos luminosos que se precipitan sobre la retina con toda suerte de inclinaciones, cesaria en cuanto interceptásemos los rayos que llegan con demasiada oblicuidad para quedarnos únicamente con los que podremos llamar eficaces. La contraccion de la pupila cumpliria perfectamente con esta condicion si nos fuera posible llevarla hasta el punto que para esto es necesario; y por lo mismo hay necesidad de emplear un medio artificial que nos permita conseguir lo que deseamos.

Este medio es una lámina metálica taladrada con un pequeño agujero, por el cual pasan solo los rayos eficaces, siendo detenidos por la opacidad de la plancha los que llegan con mucha oblicuidad, ademas y con el objeto de aumentar el número de estos rayos eficaces, se coloca en la abertura una lente de un foco corto, y tenemos con esto construido el *microscopio simple*. Llama la atencion á primera vista que las lentes convergentes presenten las imágenes amplificadas; pero nada

tiene de extraordinario el que así se verifique. Sea para esto una lente bi-convexa AB (fig. 130), y sea P un cuerpo cualquiera; los rayos que éste emite atravesarán la lente, refractándose y reuniéndose en el foco O, en el cual suponemos el ojo del observador, éste referirá la posicion del objeto á la prolongacion de los rayos que penetran hasta la retina, y por consiguiente le verá en Q amplificado puesto que el ángulo visual es mas grande. Esto justifica el nombre de *virtuosos de aumento* que vulgarmente se da á estas lentes.

252. El *antejo astronómico* se compone de un tubo con una lente convergente en cada una de sus extremidades, de las cuales recibe el nombre de *ocular* aquella por la cual inmediatamente se mira, y el de *objetiva* la que se halla vuelta al objeto. En este aparato la pérdida de luz es poca; pero las imágenes se presentan invertidas, lo cual no es de importancia alguna respecto de los cuerpos celestes.

Si se quiere que las imágenes aparezcan derechas, no habrá mas que poner otras dos lentes que producirán una nueva inversion de la imagen; pero entonces la pérdida de luz es ya considerable: este es el *antejo terrestre*, llamado vulgarmente *antejo de larga vista*. En estos aparatos hay que corregir la *aberracion de refrangibilidad* y la *aberracion de esfericidad*; la primera se corrige por medio del *acromatismo*, y la segunda colocando en lo interior del tubo diafragmas ó anillos que, situados en la distancia focal de las lentes, solo dejen pasar los rayos centrales y detengan los excesivamente oblicuos; ademas se dispone lo interior del tubo recubierto de un barniz negro y sin pulimento, á fin de que sean absorbidos los rayos que lleguen sobre estas paredes.

El *microscopio compuesto* no es otra cosa que una modificacion de estos aparatos, hallándose formado por dos ó mas lentes, de las que la objetiva tiene un foco muy corto y presenta una amplificacion diferente, segun el número y calidad de las lentes empleadas.

Otra modificacion del antejo astronómico es el *microscopio solar*, que se compone de un tubo con dos lentes fijo en una ventana, y dispuesto de modo que un rayo de luz solar pase por el eje del mismo; los objetos se colocan siendo transparentes en el foco de la lente objetiva y van á pintarse amplificados sobre un plano convenientemente dispuesto. Si los cuerpos que se han de examinar son opacos hay que situarlos fuera de la ventana, iluminarlos fuertemente por medio de espejos ó de lentes, y disponerlos de manera que la luz que reflejan sea la que atravesase por el tubo; el aparato en este caso recibe el nombre de *megáscopa*.

Si en vez de la luz solar se emplea la de una lámpara, como sucede si el tubo se fija á una de las paredes de una caja, dentro de la cual se sitúa la lámpara con su reflector correspondiente, tendremos la *linterna mágica* ó la *fantasmagoría*, segun que el aparato permanezca fijo, ó pueda tomar un movimiento para variar la dimension de las imágenes.

El *antejo de Galileo* se halla tambien compuesto de dos lentes, pero no presenta las imágenes invertidas; la lente objetiva es convexa y la ocular cóncava, dispuestas de modo que la máxima distancia entre ambas no exceda de la distancia focal de la objetiva. Este aparato es el que se emplea en el teatro por la poca pérdida de luz que produce y por no tener dimensiones exageradas.

253. Los *telescopios* están exclusivamente destinados á observaciones astronómicas, y el mas sencillo, aunque tambien el mas moderno, es el de *Herschell*, que se compone de un gran tubo abierto por uno de sus extremos y con un espejo cóncavo metálico en su fondo; las imágenes se pintan en el foco del espejo, y allí las examina el observador armado del ocular correspondiente.

El *telescopio de Newton* (fig. 131) se compone de un gran tubo con un espejo cóncavo metálico en su fondo C, y otro espejo plano D ó un prisma, para que la reflexion total se produzca, inclinado de  $45^\circ$  al eje del aparato. Los rayos enviados por un objeto A llegan al espejo del fondo, del cual son reflejados sobre el espejo plano D y dirigidos á un ocular E, donde el observador en O ve la imagen ampliada del objeto A situada en B. Este aparato tiene el inconveniente, además de la pérdida de luz que produce, de presentar la imagen formando un ángulo de  $90^\circ$  con el objeto.

El *telescopio Gregoriano* (fig. 132) está formado por un tubo, en cuyo fondo hay un espejo cóncavo metálico taladrado en su vértice, en cuyo sitio se coloca el ocular E, y en frente de este espejo D otro mas pequeño C, tambien cóncavo metálico. Los rayos enviados por un cuerpo A se reflejan sobre el espejo cóncavo D, desde el cual van á sufrir una nueva reflexion en C para dirigirse al ocular E, donde el observador situado en O verá la imagen ampliada en B. Con la mira de corregir la aberracion de esfericidad se ha ideado el hacer que el espejo C fuera convexo, en cuyo caso se tiene el *telescopio de Cassegrain*.

## DEL MAGNETISMO.

### LECCION LXXI.

**Magnetismo.—Fluido boreal y austral.—Polo norte y polo sur.—Atracciones y repulsiones.—Verificacion de sus leyes.**

254. Se encuentran en el seno ó en la superficie de la tierra algunos cuerpos que tienen la propiedad de atraer al hierro y de ser atraidos por éste. Estos cuerpos, cualquiera que sea su forma y composición, reciben el nombre de *imanes naturales*, para distinguirlos de las barras ó agujas de acero, á quienes se han comunicado las propiedades magnéticas por procedimientos que indicaremos mas adelante, y por cuya razon se llaman *imanes artificiales*.

La fuerza que produce los fenómenos magnéticos no es como la gravedad una propiedad inherente á la materia ponderable, sino que depende de la existencia

de un agente particular llamado magnetismo ó fluido magnético, que reside en toda la masa del iman, y cuyas propiedades desaparecen por una elevacion de temperatura, sin que por esto haya variado sensiblemente su peso. Esto pues nos manifiesta que puede considerarse el magnetismo como un fluido imponderable, siendo además necesario suponerle compuesto, por las razones que despues indicaremos, de otros dos fluidos elementales que residen á la vez en el mismo iman, y que se distinguen con los nombres de fluido *austral* y fluido *boreal*.

La atraccion mútua del iman y del hierro no solo se ejerce en el contacto y á distancia, sino que tambien al traves del vacío, del aire, del carton y de todas las sustancias que no son magnéticas, aun cuando, como todas las fuerzas atractivas disminuye á medida que la distancia aumenta.

255. La experiencia nos enseña que la accion del iman sobre el hierro no es la misma en todos los puntos de su superficie. Para esto se toma un péndulo magnético compuesto de una esferilla de hierro, suspendida á la extremidad de un hilo delgado, y haciendo variar de posición al iman, colocarlo siempre á la misma distancia del péndulo, observaremos que existen dos regiones opuestas, en las cuales se manifiesta una accion muy marcada, en tanto que es casi nula en el intervalo que las separa. Este fenómeno es todavia mas sensible sirviéndonos de imanes cuya forma sea cilíndrica ó prismática.

Los dos puntos de la superficie donde parece concentrada la atraccion magnética se llaman *polos*; y la línea que los separa, y en la que la atraccion es nula, recibe el nombre de *línea media ó neutra*. La palabra polo expresa tambien un punto ideal que se concibe en el interior de un iman, y al cual está aplicada la resultante de todas las atracciones ejercidas por toda la porcion del iman situada á un mismo lado de la línea neutra. Los nombres de polo *norte* y *sur*, con que se distinguen, han provenido de que cuando se suspende un iman de manera que pueda girar libremente alrededor de un centro en un plano horizontal, no se fija indiferentemente en todas las posiciones, sino que existe una á la cual vuelve tan luego como se la separa de ella. En esta posición los dos polos están situados de tal modo que uno de ellos se dirige constantemente al norte y el otro al sur.

Por lo dicho anteriormente pudiera creerse que cada uno de los polos de un iman poseía exclusivamente uno de los dos fluidos, pero la experiencia nos enseña que cuando se divide un iman en dos partes, cada una conserva su línea media y sus dos polos, verificándose lo mismo aun cuando prosigamos la division tanto cuanto lo permitan los medios mecánicos, siendo por consecuencia imposible verificar la separacion de los dos polos de un iman.

256. El fluido magnético no existe solamente en los imanes, puesto que se encuentra tambien en las sustancias simplemente magnéticas, como el hierro. Se demuestra esta propiedad colocando en contacto de uno de los polos de una barra imantada (fig. 133) un cilindro de hierro, el cual, bajo la influencia del polo á que está sometido, se convierte en un verdadero iman, que atrae las limaduras y posee la línea media y los dos polos que caracterizan á los imanes naturales y artificiales. Este primer cilindro, una vez imantado por influencia, puede imantar y sostener

253. Los *telescopios* están exclusivamente destinados á observaciones astronómicas, y el mas sencillo, aunque tambien el mas moderno, es el de *Herschell*, que se compone de un gran tubo abierto por uno de sus extremos y con un espejo cóncavo metálico en su fondo; las imágenes se pintan en el foco del espejo, y allí las examina el observador armado del ocular correspondiente.

El *telescopio de Newton* (fig. 131) se compone de un gran tubo con un espejo cóncavo metálico en su fondo C, y otro espejo plano D ó un prisma, para que la reflexion total se produzca, inclinado de  $45^\circ$  al eje del aparato. Los rayos enviados por un objeto A llegan al espejo del fondo, del cual son reflejados sobre el espejo plano D y dirigidos á un ocular E, donde el observador en O ve la imagen ampliada del objeto A situada en B. Este aparato tiene el inconveniente, además de la pérdida de luz que produce, de presentar la imagen formando un ángulo de  $90^\circ$  con el objeto.

El *telescopio Gregoriano* (fig. 132) está formado por un tubo, en cuyo fondo hay un espejo cóncavo metálico taladrado en su vértice, en cuyo sitio se coloca el ocular E, y en frente de este espejo D otro mas pequeño C, tambien cóncavo metálico. Los rayos enviados por un cuerpo A se reflejan sobre el espejo cóncavo D, desde el cual van á sufrir una nueva reflexion en C para dirigirse al ocular E, donde el observador situado en O verá la imagen ampliada en B. Con la mira de corregir la aberracion de esfericidad se ha ideado el hacer que el espejo C fuera convexo, en cuyo caso se tiene el *telescopio de Cassegrain*.

## DEL MAGNETISMO.

### LECCION LXXI.

**Magnetismo.—Fluido boreal y austral.—Polo norte y polo sur.—Atracciones y repulsiones.—Verificacion de sus leyes.**

254. Se encuentran en el seno ó en la superficie de la tierra algunos cuerpos que tienen la propiedad de atraer al hierro y de ser atraidos por éste. Estos cuerpos, cualquiera que sea su forma y composición, reciben el nombre de *imanes naturales*, para distinguirlos de las barras ó agujas de acero, á quienes se han comunicado las propiedades magnéticas por procedimientos que indicaremos mas adelante, y por cuya razon se llaman *imanes artificiales*.

La fuerza que produce los fenómenos magnéticos no es como la gravedad una propiedad inherente á la materia ponderable, sino que depende de la existencia

de un agente particular llamado magnetismo ó fluido magnético, que reside en toda la masa del iman, y cuyas propiedades desaparecen por una elevacion de temperatura, sin que por esto haya variado sensiblemente su peso. Esto pues nos manifiesta que puede considerarse el magnetismo como un fluido imponderable, siendo además necesario suponerle compuesto, por las razones que despues indicaremos, de otros dos fluidos elementales que residen á la vez en el mismo iman, y que se distinguen con los nombres de fluido *austral* y fluido *boreal*.

La atraccion mútua del iman y del hierro no solo se ejerce en el contacto y á distancia, sino que tambien al traves del vacío, del aire, del carton y de todas las sustancias que no son magnéticas, aun cuando, como todas las fuerzas atractivas disminuye á medida que la distancia aumenta.

255. La experiencia nos enseña que la accion del iman sobre el hierro no es la misma en todos los puntos de su superficie. Para esto se toma un péndulo magnético compuesto de una esferilla de hierro, suspendida á la extremidad de un hilo delgado, y haciendo variar de posición al iman, colocarlo siempre á la misma distancia del péndulo, observaremos que existen dos regiones opuestas, en las cuales se manifiesta una accion muy marcada, en tanto que es casi nula en el intervalo que las separa. Este fenómeno es todavia mas sensible sirviéndonos de imanes cuya forma sea cilíndrica ó prismática.

Los dos puntos de la superficie donde parece concentrada la atraccion magnética se llaman *polos*; y la línea que los separa, y en la que la atraccion es nula, recibe el nombre de *línea media ó neutra*. La palabra polo expresa tambien un punto ideal que se concibe en el interior de un iman, y al cual está aplicada la resultante de todas las atracciones ejercidas por toda la porcion del iman situada á un mismo lado de la línea neutra. Los nombres de polo *norte* y *sur*, con que se distinguen, han provenido de que cuando se suspende un iman de manera que pueda girar libremente alrededor de un centro en un plano horizontal, no se fija indiferentemente en todas las posiciones, sino que existe una á la cual vuelve tan luego como se la separa de ella. En esta posición los dos polos están situados de tal modo que uno de ellos se dirige constantemente al norte y el otro al sur.

Por lo dicho anteriormente pudiera creerse que cada uno de los polos de un iman poseía exclusivamente uno de los dos fluidos, pero la experiencia nos enseña que cuando se divide un iman en dos partes, cada una conserva su línea media y sus dos polos, verificándose lo mismo aun cuando prosigamos la division tanto cuanto lo permitan los medios mecánicos, siendo por consecuencia imposible verificar la separacion de los dos polos de un iman.

256. El fluido magnético no existe solamente en los imanes, puesto que se encuentra tambien en las sustancias simplemente magnéticas, como el hierro. Se demuestra esta propiedad colocando en contacto de uno de los polos de una barra imantada (fig. 133) un cilindro de hierro, el cual, bajo la influencia del polo á que está sometido, se convierte en un verdadero iman, que atrae las limaduras y posee la línea media y los dos polos que caracterizan á los imanes naturales y artificiales. Este primer cilindro, una vez imantado por influencia, puede imantar y sostener

otro segundo con quien se ponga en contacto, y así sucesivamente hasta que el peso de los cilindros sobrepuje á la acción magnética.

Pudiera acaso creerse que el magnetismo desarrollado en los cilindros de hierro provenia de una trasmision del contenido en la barra imantada; pero fácilmente nos convenceremos de lo contrario con solo observar que una vez separados los cilindros del contacto del iman, no conservan nada de magnetismo libre; que podemos repetir cuantas veces se quiera este experimento sin que la barra imantada pierda nada de su fuerza; y por último, que si hubiera tenido lugar la trasmision supuesta, los cilindros no contendrian mas que un solo fluido en lugar de los dos que se observan en él.

Será pues necesario admitir primero, que el hierro, como todos los demas cuerpos simplemente magnéticos, contiene los dos fluidos, pero combinados ó neutralizados el uno por el otro, pues de lo contrario no seria atraído indistintamente por los dos polos de un iman; segundo, que bajo la influencia del polo A de un iman los dos fluidos se descomponen, el fluido B' del hierro es atraído por ser de nombre contrario, y el fluido A' repellido por ser del mismo nombre; tercero, que tan luego como cesa la influencia del iman, los dos fluidos separados por ella vuelven á reunirse para formar el fluido neutro.

Podemos hacer sensible la neutralizacion mútua de los dos fluidos de nombre contrario suspendiendo del polo A de un iman colocado horizontalmente un cilindro de hierro (fig. 134) cuyo peso sea próximamente el limite que el iman pueda sostener, si se aproxima lentamente y por la parte superior el polo B' de otro iman de la misma fuerza, observaremos que aun antes de ponerlos en contacto se verifica la neutralizacion de los dos fluidos, y el cilindro se separa y cae obedeciendo á la acción de la gravedad.

La descomposicion y recomposicion de los dos fluidos, que como acabamos de ver son instantáneas en el hierro dulce, tardan mas ó menos tiempo en verificarse en las demas sustancias magnéticas. La separacion de los dos fluidos en el acero templado exige fricciones repetidas ó un contacto mas prolongado con el iman; pero en cambio los conserva separados por mucho tiempo. La causa que se opone á la separacion de los fluidos, y que al propio tiempo impide su recomposicion luego que cesa la influencia del iman, se conoce con el nombre de fuerza coercitiva. Esta fuerza es tanto mas considerable en el acero cuanto mayor es su dureza, poseyéndola tambien, aunque en menor grado, el hierro batido, torcido ó oxidado.

Demostrada por los experimentos anteriores la no trasmision del fluido magnético del iman al hierro, restanos probar que tampoco puede cambiar de posicion ni trasportarse libremente de un extremo á otro de los cuerpos que le poseen. En efecto, si cortamos un alambre de hierro en dos partes, cuando sometido á la influencia de un iman hemos conseguido separar sus dos fluidos, observaremos que en la parte cortada no se encuentra la mas leve señal de magnetismo, en tanto que la otra conserva su linea media y sus polos. Este fenómeno nos manifiesta que la descomposicion del fluido magnético se verifica separadamente en cada me-

lícula, y solo en esta pequeña extension es donde el fluido puede moverse; de manera que para poder separar los dos fluidos seria necesario cortar una molécula por su mitad.

257. Si una de las superficies polares A de un iman se pone en presencia de las A', B' de otro, se ve que atrae la B' y repele la A'. Las tendencias de estas superficies á unirse no solo se manifiestan por la adherencia que contraen, sino por el esfuerzo que necesitamos hacer para separarlas. Este experimento nos manifiesta de una manera indudable que los polos del mismo nombre se repelen, y los de nombre contrario se atraen, y que á cada lado de la linea neutra, ó en las dos mitades del iman, residen dos fuerzas que parecen idénticas, porque actúan del mismo modo sobre el hierro, pero que son en realidad opuestas, porque obran en sentido contrario sobre los imanes, la una atrayendo y la otra repeliendo.

258. Las atracciones y repulsiones, de que acabamos de hablar, están en razon inversa de los cuadrados de las distancias. Esta ley fundamental del magnetismo, sospechada por algunos físicos, ha sido rigurosamente demostrada por Coulomb empleando dos métodos distintos, de los cuales daremos á conocer el mas sencillo, reducido á hacer oscilar una aguja imantada bajo la influencia de un iman colocado sucesivamente á distancias diferentes, contando con cuidado el número de oscilaciones hechas en un mismo tiempo.

Para esto se toma una aguja imantada de una pulgada de longitud, suspendida de un hilo sin torsion, y se la hace oscilar separándola de su posicion de equilibrio, contando el número de oscilaciones que hace en 1' que supondremos igual á 15. Luego que la aguja vuelve á su posicion inicial, se coloca sobre su prolongacion y á una distancia de 4 pulgadas el polo atractivo de un alambre de acero imantado, cuya longitud sea de 24 pulgadas, y separando nuevamente la aguja de su posicion, se cuenta el número de oscilaciones que hace en el mismo tiempo, bajo la influencia combinada de la tierra y del iman, cuyo número supondremos igual á 41. Se coloca en seguida el alambre á una distancia dupla, ó sea á 8 pulgadas, en cuyo caso el número de oscilaciones hechas por la aguja es 24. Siendo 15 el número de oscilaciones debidas únicamente á la acción magnética de la tierra, nos es muy fácil comparar por medio de los números 15, 41, y 24 las acciones que el alambre de acero ejerce sobre la aguja en sus dos posiciones.

En efecto, representando por F F' F'' las fuerzas que producen los números de oscilaciones indicados, y atendiendo al enunciado de la ley descubierta por Coulomb, tendremos  $\frac{F'}{F} = \frac{(41)^2}{(15)^2}$ ; pero como la fuerza horizontal del alambre en el segundo experimento es F'—F, y en el tercero F''—F resulta de las dos ecuaciones precedentes  $\frac{F''-F}{F'-F} = \frac{(41)^2-(15)^2}{(24)^2-(15)^2} = \frac{1456}{351} = 4, 1$ .

Vemos, pues, que en el tercer experimento, en el que la fuerza actúa á una distancia doble, la intensidad magnética es próximamente cuatro veces menor, y que por consecuencia las atracciones magnéticas son recíprocamente proporcionales á los cuadrados de las distancias.

## LECCION LXXII.

**Propiedades del iman.—Atraccion.—Repulsion.—Direccion.—Declinacion.—Inclinacion.—Explicacion de estas dos últimas circunstancias.—Medios de apreciarlas.**

259. Ya hemos indicado en la leccion anterior que cuando se suspende una aguja imantada por un hilo de seda sin torsion se coloca siempre en una posicion fija, á la cual vuelve tan luego como se la separa de ella, haciendo una serie sucesiva de oscilaciones. La fuerza que la solicita es indudablemente magnética, porque una aguja que no esté imantada, lejos de experimentar esta accion cuando se coloca en circunstancias idénticas, permanece en equilibrio en todas las posiciones posibles.

Para demostrar que la fuerza que solicita á la aguja actúa de la misma manera que los imanes, bastará invertir sus polos, en cuyo caso deja de existir el equilibrio y la aguja gira sobre su eje, describiendo una semicircunferencia hasta recobrar su primitiva posicion.

Esto nos manifiesta de una manera indudable que la fuerza directiva que obra sobre la aguja distingue los polos, y semejante á un iman, actúa por atraccion sobre el uno y por repulsion sobre el otro.

Examinando con detencion las numerosas observaciones hechas en diferentes puntos del globo, se ha conseguido demostrar que los fenómenos se verifican como si la tierra fuera un gran iman, cuya linea media estuviese situada en las regiones ecuatoriales, y cuyos centros de accion magnética ó polos se hallasen inmediatos á los de rotacion.

Esta consideracion es la que ha servido á los físicos para definir y caracterizar los dos fluidos magnéticos, llamando fluido boreal al que domina en el hemisferio boreal de la tierra, y fluido austral al que domina en el hemisferio austral; pero como los fluidos de nombres contrarios se atraen y los del mismo nombre se repelen, resulta que el polo austral de la aguja es el que se dirige al norte, y el polo boreal al sur. De lo dicho se infiere que, refiriéndonos á los imanes, las expresiones de polo norte y polo austral son sinónimas; así como tambien las de polo sur y polo boreal.

260. En el estado actual de la ciencia no es posible fijar exactamente los puntos donde residen los centros de la accion magnética de la tierra; pero sí se demuestra que esta accion es puramente directriz, y que puede representarse por un par de fuerzas.

En efecto, supongamos una aguja imantada (fig. 135), móvil en todos sentidos alrededor de su centro de gravedad. Sea A el polo magnético austral de la tierra y B el polo boreal; estando estos dos puntos á una distancia infinita de la aguja re-

lativamente á la longitud de ésta, todas las líneas tiradas desde uno de estos polos á las diferentes moléculas magnéticas de la aguja, podrán considerarse como paralelas. Esto supuesto, el polo boreal B del globo ejercerá sobre todos los elementos de los fluidos austral y boreal de la aguja fuerzas atractivas y repulsivas paralelas todas, y cuyas resultantes  $f$  y  $-f$  serán iguales á su suma y estarán aplicadas á los puntos  $a$  y  $b$ , que serán los polos austral y boreal de la aguja. Estas dos resultantes son evidentemente paralelas é iguales.

Del mismo modo observaremos que la accion ejercida por el polo austral A del globo sobre la aguja se compondrá de otras dos fuerzas paralelas, iguales y contrarias  $f'$  y  $-f'$ , la una repulsiva aplicada al polo austral  $a$ , la otra atractiva aplicada al polo boreal  $b$  de la aguja imantada. Las dos fuerzas  $f$  y  $f'$  producen en el polo austral de la aguja la resultante  $F$ , y las  $-f$  y  $-f'$  producen en el polo boreal de la misma la resultante  $-F$ , las cuales en razon á la simetría de la figura serán paralelas, iguales y contrarias.

De todo lo dicho se deduce que la accion magnética ejercida por la tierra sobre una aguja imantada está representada por un par de fuerzas, las cuales no pueden equilibrarse, al menos que su direccion no coincida con el eje magnético de la aguja, ó lo que es lo mismo, con la linea que une los dos polos matemáticos  $a$  y  $b$ .

261. Hemos supuesto hasta ahora que el eje de una aguja imantada se dirige exactamente de norte á sur, pero no sucede así en realidad.

Se llama *meridiano magnético* el plano vertical que pasa por la direccion de la aguja imantada móvil alrededor de un eje vertical y por el centro de nuestro globo, ó simplemente la linea que trazaria este plano en la superficie de la tierra. Los meridianos terrestre y magnético son, pues, dos planos verticales, supuesto que ambos pasan por la vertical del punto que se considera; pero estos dos planos pueden hacer entre sí un ángulo mas ó menos grande.

Se llama *declinacion* de la aguja imantada en cada lugar el ángulo AEC (fig. 136) comprendido entre la meridiana AB y el eje CED de la aguja, ó lo que es lo mismo, el ángulo que la direccion de la aguja horizontal hace con la meridiana.

La declinacion es oriental ú occidental, segun que el polo austral de la aguja se dirija al este ó al oeste de la meridiana.

Todo aparato propio para observar la declinacion se llama *brújula de declinacion*. La aguja de las brújulas tiene en su centro una pieza cóncava de ágata que se apoya sobre un estilete vertical, alrededor del cual puede girar libremente. Su forma debe ser la de una flecha prolongada de poco espesor, cuyas extremidades se mueven sobre un cuadrante dividido que permite calcular el ángulo formado por la direccion de la aguja con la meridiana astronómica del punto donde se hace la observacion, lo cual se consigue haciendo coincidir con la meridiana el radio del cuadrante que termina en el cero, y observando el arco comprendido entre este punto y la extremidad norte de la aguja. La declinacion magnética varía con las latitudes, y la extremidad norte de la aguja. La declinacion magnética varía con las latitudes, supuesto que existen puntos en la superficie de la tierra donde es occidental, otros en que es oriental, y finalmente algunos donde es completamente nula. Las líneas

que pasan por los puntos en los cuales la dirección de la aguja de declinación coincide con la meridiana, se llaman *líneas sin declinación*.

262. Cuando en vez de colocar la aguja magnética sobre un eje vertical la colocamos sobre uno horizontal que pase por su centro de gravedad, resulta el aparato conocido con el nombre de *brújula de inclinación*. El eje de esta aguja no solamente se coloca en el plano del meridiano magnético, sino que su posición en dicho plano es tal que forma con el horizonte un ángulo variable también con los sitios y las épocas en que se verifican las observaciones.

La simple inspección de la figura adjunta (*fig. 137*) nos dará una idea del medio empleado por los físicos para determinar la inclinación. BCAD es un círculo vertical en cuyo centro se coloca una aguja imantada FE móvil alrededor de un eje horizontal. El ángulo que la aguja forma con la vertical CD varía con la dirección del plano magnético, el arco DE es nulo, en cuyo caso FE coincide con CD; pero á medida que se aparta de esta posición disminuye el arco AE y llega á su minimum cuando el círculo ACBD se confunde con el meridiano magnético. Este valor minimum del arco AE es el que sirve para medir la *inclinación magnética*.

La inclinación varía también rápidamente con la latitud, es casi nula en el ecuador, y difiere poco de  $90^\circ$  en las regiones polares. La serie de puntos donde la aguja permanece sensiblemente horizontal forma alrededor de la tierra una curva, conocida con el nombre de *ecuador magnético*.

263. Cuando la distribución del magnetismo en las agujas se ha verificado con toda la posible regularidad, se observa que el eje magnético de las brújulas coincide con el eje de figura; pero esto sucede muy pocas veces. Así pues, si para medir la declinación tomamos el ángulo que forma el eje de figura con la meridiana astronómica podremos cometer un error grave, el cual se evita empleando el siguiente método conocido con el nombre de *método de inversión*. Si suponemos que en la primera observación se nota una declinación de  $23^\circ$  y que el eje de figura y el magnético de la aguja formen un ángulo de  $3^\circ$  hacia la derecha, invirtiendo la posición de la aguja, el ángulo de  $3^\circ$  quedará el mismo, con la sola diferencia que estará dirigido hacia la izquierda. La declinación observada será  $23^\circ + 6^\circ$ , de suerte que tomando la semisuma de las dos observaciones obtendremos la verdadera declinación. Este procedimiento es también aplicable á la aguja de inclinación para obtener la verdadera.

### DIRECCIÓN GENERAL DE LECCION LXXIII.

#### Variaciones y perturbaciones de la aguja imantada.—Acción de los imanes sobre los demas cuerpos.—Medios de imantar.

264. Las brújulas de inclinación y declinación, que como hemos visto varían de

posición en los diferentes puntos del globo, experimentan también en un mismo lugar variaciones más ó menos considerables.

En efecto, la inclinación de la aguja magnética, que en 1671 era en París de  $75^\circ$  ha disminuido progresivamente de tal modo que en 1835 estaba reducida á  $67^\circ 24'$ ; sin que se observe fenómeno alguno que pueda hacernos suponer que se aproxima á su límite.

La declinación de la aguja en el mismo punto ha experimentado también variaciones notables, puesto que desde 1580 á 1835 se ha notado una diferencia de  $33^\circ$ ; habiéndose observado además: primero, que en 1663 era nula; segundo, que después de las primeras observaciones su marcha ha sido sensiblemente progresiva hacia el oeste hasta 1814; y tercero, que después de esta época parece experimentar un movimiento retrógrado hacia el oriente.

265. La aguja de declinación experimenta además variaciones diurnas que no pueden observarse, al menos que nos sirvamos de brújulas sumamente sensibles y exactas. Estas variaciones, nulas durante la noche, empiezan á notarse á la salida del sol, desde cuya época hasta las tres de la tarde la aguja se dirige al oeste, llegando á su maximum entre doce y tres; pasada esta hora en que permanece estacionaria, retrograda otra vez hacia el este hasta las nueve ó las diez de la noche para empezar nuevamente el mismo periodo á la mañana siguiente.

La amplitud de estas oscilaciones varía con las épocas del año, siendo mayores en el estío que en el invierno; su valor medio es de  $13'$  á  $15'$  desde Abril á Setiembre, y de  $8'$  á  $10'$  desde Octubre á Marzo.

Las variaciones diurnas son más extensas y menos regulares ó periódicas en los países del norte, observándose además que la aguja no permanece estacionaria durante la noche, pero á medida que nos aproximamos al ecuador la amplitud de estas variaciones va disminuyendo, llegan á ser nulas en el ecuador magnético, y se reproducen en sentido contrario en el hemisferio austral.

266. Independientemente de las variaciones regulares, de que acabamos de hablar, la brújula de declinación experimenta otras que son accidentales, y se conocen con el nombre de *perturbaciones*.

Estas variaciones, producidas principalmente por la *aurora boreal*, empiezan ya á notarse algunas horas antes de que aparezca este meteoro, permaneciendo aun después de su completa desaparición, y haciéndose sensibles á distancias inmensas, si bien son tanto mayores cuanto más próxima está la aguja del punto donde se verifica este brillante fenómeno. Los terremotos, las erupciones volcánicas, y sobre todo las descargas eléctricas verificadas en las inmediaciones de la aguja imantada, ejercen también sobre su dirección una influencia más ó menos sensible, pudiendo en muchos casos destruir su magnetismo, ó por lo menos invertir sus polos. Los resultados de semejante trastorno pueden ser fatales, principalmente á los navegantes que confiados en las falsas indicaciones de su brújula correrían á una muerte casi cierta precipitándose sobre los escollos.

267. Los imanes ejercen una acción muy notable sobre las sustancias que hasta los curiosos experimentos hechos por Coulomb en 1812 se habían considerado co-

mo no magnéticas. El aparato empleado por este físico se reduce á una aguja (*fig. 138*) de seis á ocho milímetros de longitud hecha de oro, plata, vidrio, madera, ó en general de la sustancia orgánica ó inorgánica que se quiere ensayar, suspendida á un hilo de seda y colocada dentro de una campana entre los polos contrarios de dos imanes vigorosos. Cuando estos imanes se aproximan mucho á la aguja se coloca ésta, como si estuviese imantada, en la direccion de la recta que une los dos polos despues de hacer un número mas ó menos grande de oscilaciones.

Para explicar este fenómeno es necesario admitir ó que todos los cuerpos son magnéticos, ó que las agujas empleadas contienen hierro, níquel, cobalto, manganeso ó cromo, únicas sustancias que ejercen acción sobre la aguja imantada. Pero los experimentos posteriores del mismo Coulomb han hecho ver que el último supuesto no tiene lugar, pues sería necesario admitir que cantidades infinitamente pequeñas de estos metales, desapercibidas en un análisis químico, fuesen capaces de producir los fenómenos por él observados.

Los experimentos hechos por Lebaillif, substituyendo á la aguja del aparato anterior una paja de dos ó tres decímetros, por cuyo eje se atraviesa en parte una aguja de coser fuertemente imantada, y equilibrada por el extremo opuesto con un contrapeso, han puesto fuera de toda duda la acción atractiva que todas las sustancias ejercen sobre la aguja imantada, si se exceptúan el antimonio y el bismuto que la ejercen repulsiva.

268. Los cuerpos en reposo ejercen una acción mas ó menos enérgica sobre la aguja imantada en movimiento; así como los cuerpos en movimiento la ejercen sobre la aguja en reposo. Fácilmente podremos convencernos de la verdad de estas dos proposiciones sin mas que repetir los experimentos hechos por Arago. En efecto, haciendo oscilar una aguja de declinación sobre placas de diversas sustancias, y aun particularmente sobre una de cobre, se observa que estos cuerpos disminuyen la amplitud de las oscilaciones de tal manera que si la placa es de este último metal, reduce á 4 ó 5 el número de oscilaciones de una aguja que hace 300 ó 400 cuando no tiene que vencer mas resistencia que la del aire.

Se demuestra la segunda proposición enunciada por medio del aparato siguiente (*fig. 139*): *ab* es un platillo circular de cobre ó de otra cualquiera sustancia, fijo por su centro á un eje vertical *xy*, al cual se da un movimiento rápido de rotación; *cd* es una abertura circular practicada en el platillo de madera *MN* y cerrada inferiormente con una hoja de papel pegada á sus bordes con el objeto de que el movimiento de la aguja imantada no pueda atribuirse á las corrientes de aire producidas por la rotación del disco: por último, completa el aparato una campana *ABCD* de vidrio, á cuyo cuello se aplica un tornillo pequeño, alrededor del cual se enrolla el hilo de seda *mn* que sostiene la aguja imantada.

Tan luego como empieza el movimiento, la aguja se separa de su posición de equilibrio tomando otra fija si la velocidad del disco no es muy considerable, y de a cual se separa tambien girando en el mismo sentido que el disco á medida que aumenta la velocidad de éste, venciendo en todos los casos la torsión del hilo y la atracción de la tierra que la dirigen al meridiano magnético.

La intensidad de la fuerza desarrollada por la rotación depende de la distancia de la aguja al platillo, de su longitud, de la intensidad magnética de sus polos, y de la velocidad, espesor y naturaleza de la placa. Finalmente se ha observado tambien que las soluciones de continuidad, y sobre todo las hendiduras practicadas en el sentido de los radios del disco, disminuyen considerablemente la intensidad de la fuerza, la cual recobra cuando se sueldan estas hendiduras con un metal cualquiera, pero de ningun modo si se rellenan con agua, ácidos ó polvo metálico.

269. Cuando se coloca una barra de hierro dulce de tres ó cuatro pies de longitud en posición vertical, ó mejor aun en la dirección del eje magnético del globo, adquiere inmediatamente el magnetismo, observándose que el polo austral corresponde á la extremidad inferior y el boreal á la superior. Este estado magnético no es duradero sino en tanto que la barra permanece en la posición indicada, haciéndose cada vez menos sensible á medida que se separa de su dirección primitiva; pero careciendo el hierro de fuerza coercitiva, y no oponiendo resistencia alguna al movimiento interior de los dos fluidos, se observa que la sola inversión de la barra produce la recomposición de estos y una nueva separación en sentido inverso.

Si quisiéramos fijar los dos fluidos separados por la influencia de la tierra, bastaría comunicar á la barra de hierro una fuerza coercitiva por medio de la percusión con un martillo, ó sometiendo á la torsión si su espesor se prestase á ella. Reuniendo veinte ó treinta alambres imantados por este medio, haciendo que los polos del mismo nombre estén en la misma dirección, se obtienen manojos capaces de comunicar á las barras de acero potencias magnéticas muy enérgicas.

270. El procedimiento mas sencillo para imantar una barra de acero es el conocido con el nombre de *método de simple fricción*, el cual está reducido á hacer resbalar, siempre en un mismo sentido, el polo de un iman sobre la barra que se quiere magnetizar colocada en posición horizontal. Este método desarrolla muy poco magnetismo, pues teniendo que pasar un solo polo por los diferentes puntos de la barra, los constituye en estados magnéticos diferentes, destruyendo en unas posiciones el efecto producido en otras. Tiene además el notable inconveniente de desarrollar *puntos consecuentes*, especie de polos interpuestos entre los dos principales, debidos á la resistencia que opone la fuerza coercitiva del acero. La extremidad de la barra que el iman abandona la última adquiere un polo contrario, y la otra extremidad un polo del mismo nombre.

271. El método de doble fricción y de *contacto separado*, inventado por Knight y perfeccionado por Duhamel, se emplea con preferencia para imantar las agujas de las brújulas, cuyo espesor no pasa de 4 ó 5 milímetros, en razón á que no desarrolla puntos consecuentes. Se practica colocando dos fuertes barras imantadas en una misma línea, y cuyos polos opuestos estén muy inmediatos (*fig. 140*). Se apoya sobre estas barras la lámina *ab* que se quiere imantar, se aplican en su parte media y por sus polos contrarios otras dos barras magnéticas inclinadas de 25 á 30°, colocándolas de modo que cada una se apoye sobre la lámina por el mismo polo que la barra fija, del cual se encuentra mas próximo y se deslizan separadamente, hasta

las extremidades de la lámina: una vez que han llegado á los extremos, se levantan y colocan en el medio para repetir las fricciones del mismo modo, cuidando de conservar constante la inclinacion indicada.

272. El método de doble fricción y de *doble contacto*, imaginado por Mitchell y perfeccionado por Æpinus, es el que desarrolla mayor cantidad de magnetismo, y se emplea para imantar barras de gran espesor; si bien tiene el inconveniente de desarrollar puntos consecuentes. Se coloca la barra que se quiere magnetizar de la misma manera que en el método anterior, é inclinando los imanes superiores de 15 á 16°, se sitúan en la parte media, desde cuyo punto se mueven unidos hasta una de las extremidades; desde ésta pasan sin separarse de la barra á la extremidad opuesta, y despues al medio, repitiendo muchas veces las fricciones por ambas caras y cuidando de volver siempre al medio por la extremidad opuesta á aquella por la cual se ha empezado.

273. La cantidad de magnetismo que se desenvuelve en una barra crece con la fuerza de los imanes que actúan sobre ella; pero la cantidad de fluido libre que puede conservar es susceptible de un límite dependiente de la fuerza coercitiva. Se dice que está *saturada de magnetismo*, ó que está *imantada á saturacion*, cuando contiene la cantidad máxima de fluido libre que puede conservar, lo cual se conoce cuando imantada nuevamente en el mismo sentido con imanes mas vigorosos que los empleados anteriormente, no puede adquirir mayor intensidad magnética.

274. La posición en que se coloca una barra despues de imantada influye notablemente en la conservacion de su intensidad magnética, pues el globo terrestre puede en circunstancias dadas aumentarla ó disminuirla. Se conserva en lo posible la energía de los imanes empleando las *armaduras*, que son unas piezas de hierro dulce, aplicadas á las extremidades de los imanes, las cuales sirven para evitar la recomposicion de los fluidos.

Las brújulas en actividad no necesitan armadura, porque la accion del globo terrestre se opone á la recomposicion de sus fluidos.

## DE LA ELECTRICIDAD.

### LECCION LXXIV.

#### Idea general de la electricidad.—Modo de excitarla por frotamiento.

275. Existen varias sustancias, tales como el vidrio, el lacre, el succino etc., que frotados con un pedazo de paño adquieren la notable propiedad de atraer los

cuerpos ligeros. Este fenómeno, observado la primera vez en el ámbar ó succino amarillo, llamado por los griegos *λεκτρον*, es debido á un agente particular que ha recibido el nombre de fluido eléctrico.

Los fenómenos producidos por este agente ó fuerza son acaso tan numerosos y variados como los que produce la gravedad, que como hemos visto abraza los movimientos de los cuerpos celestes y los del polvo que flota en nuestra atmósfera.

Así pues, cuando se consideran los extraordinarios é imponentes efectos del rayo producidos por grandes cantidades de electricidad, cuando otras veces la vemos en menores cantidades y mas difusa producir el vistoso y pacífico fenómeno de las auroras boreales, y cuando por otra parte observamos que la electricidad se halla acumulada con mucha abundancia en todos los cuerpos que nos rodean, esperando solo ser excitada para hacerse patente, dando lugar en este caso á una gran diversidad de fenómenos terrestres, no es extraño que los físicos hayan mirado este agente como uno de los mas universales que emplea la naturaleza en sus operaciones.

Este fluido, imponderado como el magnetismo, se compone tambien, y despues lo demostraremos, de dos fluidos elementales perfectamente distintos, que en el estado ordinario de los cuerpos están neutralizados el uno por el otro, constituyendo el *fluido natural*. Este último fluido no tiene propiedades eléctricas, puesto que, como acabamos de decir, es el resultado de una combinacion neutra de otros dos fluidos, en los cuales residen estas propiedades; haciéndose sensibles únicamente cuando uno de ellos predomina sobre el otro. Veremos en lo sucesivo que la descomposicion del fluido natural puede verificarse por diversas causas, y entre otras por el frotamiento, en cuyo caso uno de los fluidos se halla predominando en el cuerpo frotado y el otro en el frotante.

276. No todos los cuerpos conducen igualmente el fluido eléctrico: algunos, como los metales, no solo se electrizan al mismo tiempo en todas sus partes, cualquiera que sea el punto de la superficie á quien se comunique la electricidad, sino que la trasmiten rápidamente de un punto á otro de su masa: otros por el contrario, como el vidrio, las resinas etc., no adquieren la virtud eléctrica mas que en los puntos en que ha sido desenvuelta, oponiendo ademas una resistencia á la trasmision del fluido. Los primeros, y todos los que se encuentran en su caso, reciben el nombre de cuerpos *buenos conductores*; llamándose á los segundos cuerpos *malos conductores* del fluido eléctrico.

Los cuerpos líquidos en general son buenos conductores de la electricidad. Sin embargo, hay algunas diferencias entre ellos, porque se ha observado que los aceites volátiles y el espíritu de vino no conducen el fluido eléctrico con la misma facilidad que el agua; advirtiendo tambien con respecto á ésta que su facultad conductriz se aumenta cuando está acidulada ó tiene algunas sales en disolucion.

Los fluidos aeriformes son malos conductores cuando están en perfecto grado de sequedad; pero en el caso de estar húmedos ó saturados de vapor acuoso conducen el fluido eléctrico con la mayor facilidad. Por esta razon cuando el aire está húmedo no se pueden hacer los experimentos relativos á la electricidad, porque á medida que ésta se produce, el aire se va apoderando de ella y no permite que se acumule en el cuerpo conductor *aislado*.

Se dice que un cuerpo está aislado cuando se halla sostenido por un cuerpo no conductor. Este aislamiento se practica con los cuerpos buenos conductores que se quieren electrizar, interceptando por este medio la comunicacion con otros cuerpos conductores que por su contacto le despojarían de su electricidad.

Es necesario advertir que la conductibilidad y no conductibilidad de los cuerpos para la electricidad no debe considerarse como una propiedad absoluta; los peores conductores, como el cristal, la seda y las resinas, poseen alguna conductibilidad, aunque débil; los mejores conductores, como los metales, el carbon calcinado y el agua, aunque conducen bien la electricidad, oponen sin embargo cierta resistencia á su propagacion.

277. La electricidad se comunica por el contacto y á distancia; pero la manera como se comunica depende de la conductibilidad del cuerpo y de la extension de la superficie. Los cuerpos malos conductores no toman ni pierden por el contacto la electricidad mas que en la extension de las superficies que se tocan; pero los buenos conductores la toman y la pierden en toda la extension de la superficie.

La electricidad que se comunica á distancia se esparce sobre los cuerpos en razon de su conductibilidad; pero al pasar de un cuerpo á otro presenta el fenómeno curioso de la chispa eléctrica. Este fenómeno se verifica en un tubo medianamente electrizado á la distancia de una pulgada cuando se le aproxima un cuerpo conductor.

Bien sea que la distribucion de la electricidad entre dos cuerpos buenos conductores se verifique en el contacto ó á distancia, siempre se efectúa en razon de la superficie: así pues para quitar á un cuerpo toda su electricidad es preciso ponerle en comunicacion con una gran superficie, por ejemplo, las paredes ó el piso de la habitacion, las cuales comunican con la tierra ó depósito comun. En efecto, una esfera de cobre, aislada por un mango de vidrio, no saca de los conductores de la máquina eléctrica sino chispas de pequeño volumen; al paso que las saca mucho mayores y las descarga completamente cuando se la hace comunicar con el suelo por medio de una cadena metálica ú otro cuerpo conductor cualquiera.

La electricidad está retenida en la superficie de los cuerpos conductores por la presion del aire que los rodea, colocados en el vacío pierden instantáneamente su electricidad, la cual se desprende en forma de rayos luminosos, visibles en la oscuridad. Los malos conductores pierden tambien en el vacío sus propiedades eléctricas, pero con mucha mas lentitud.

278. Considerados los cuerpos con relacion al frotamiento, se han clasificado en dos series distintas, los llamados *ideoelectricos*, ó que desarrollan electricidad por frotacion, y los que no la desarrollan por este medio, llamados *anelectricos*. Pero si bien es cierto, que estos últimos no se electrizan por el frotamiento, tambien lo es que, colocados en circunstancias convenientes, es decir aislándolos, se hacen eléctricos como los demas cuerpos. Esta última circunstancia nos conduce definitivamente á sentar que todos los cuerpos se electrizan por la frotacion, siendo por consecuencia infundada la division anterior. Se puede manifestar el desarrollo de la electricidad por el frotamiento de los líquidos con los sólidos y los

gases, porque agitando mercurio ó cualquier otro líquido en un vaso de vidrio se encuentra éste último electrizado, y dirigiendo sobre un trozo de cristal una corriente de aire producida por un fuelle, se constituye al cristal en un estado eléctrico bastante enérgico.

El péndulo eléctrico nos presenta uno de los medios mas sencillos de que podemos servirnos para demostrar que un cuerpo se electriza por el frotamiento. Este aparato está reducido á una esferilla de médula de sauco (*fig. 141*) suspendida á la extremidad de un hilo muy fino; por pequeña que sea la cantidad de electricidad desarrollada en el cuerpo, se observa que presentándole al péndulo, la esfera de éste es atraída, separándose de su posicion de equilibrio.

## LECCION LXXV.

### Electricidad positiva y negativa.—Atracciones y repulsiones.—Determinacion de sus leyes.

279. Ya hemos manifestado que un cuerpo electrizado es susceptible de atraer los cuerpos ligeros; pero se observa tambien que despues de atraerlos los rechaza ó repele. En efecto, si se presenta á un péndulo eléctrico un cilindro de lacre frotado, inmediatamente se separa el péndulo de su posicion de equilibrio para precipitarse sobre el cuerpo electrizado, el cual á poco tiempo le rechaza, como hemos dicho; pero si estando el péndulo en este estado se le aproxima un cilindro de vidrio frotado, se observa al momento una atraccion de parte de este último. Los mismos fenómenos, pero en sentido inverso, se verifican cuando se electriza el péndulo poniéndole en contacto con el vidrio, y se le presenta un cilindro de lacre frotado.

De este experimento podemos deducir dos consecuencias: 1<sup>a</sup> que la electricidad del vidrio no es la misma que la de la resina, y que existen por consecuencia dos especies diferentes, que pueden llamarse *electricidad vítrea* y *electricidad resinosa*. Algunos físicos las distinguen con los nombres de electricidad *positiva* á la del cristal, y *negativa* á la de la resina, comparándolas á las cantidades matemáticas de la misma denominacion que, como están afectadas de nombres contrarios, se destruyen en todo ó en parte segun la relacion de su magnitud, produciendo la mayor un residuo afectado de su signo. 2<sup>a</sup> que dos cuerpos cargados de la misma especie de electricidad se repelen: atrayéndose, por el contrario, cuando sus electricidades son diferentes. Este principio, que sirve de base á la electricidad, se demuestra tambien de un modo mas sensible sirviéndose de dos péndulos, cuyas esferas se repelen cuando se han puesto en contacto con un mismo cuerpo electrizado, y se atraen cuando se toca la una con un tubo de vidrio y la otra con un cilindro de lacre.

Para estos experimentos es necesario servirse de péndulos aislados, porque en el caso contrario, no conservando la esfera de médula de sauco la electricidad que se al comunica, seria constantemente atraída por los cuerpos electrizados puestos en

Se dice que un cuerpo está aislado cuando se halla sostenido por un cuerpo no conductor. Este aislamiento se practica con los cuerpos buenos conductores que se quieren electrizar, interceptando por este medio la comunicacion con otros cuerpos conductores que por su contacto le despojarían de su electricidad.

Es necesario advertir que la conductibilidad y no conductibilidad de los cuerpos para la electricidad no debe considerarse como una propiedad absoluta; los peores conductores, como el cristal, la seda y las resinas, poseen alguna conductibilidad, aunque débil; los mejores conductores, como los metales, el carbon calcinado y el agua, aunque conducen bien la electricidad, oponen sin embargo cierta resistencia á su propagacion.

277. La electricidad se comunica por el contacto y á distancia; pero la manera como se comunica depende de la conductibilidad del cuerpo y de la extension de la superficie. Los cuerpos malos conductores no toman ni pierden por el contacto la electricidad mas que en la extension de las superficies que se tocan; pero los buenos conductores la toman y la pierden en toda la extension de la superficie.

La electricidad que se comunica á distancia se esparce sobre los cuerpos en razon de su conductibilidad; pero al pasar de un cuerpo á otro presenta el fenómeno curioso de la chispa eléctrica. Este fenómeno se verifica en un tubo medianamente electrizado á la distancia de una pulgada cuando se le aproxima un cuerpo conductor.

Bien sea que la distribucion de la electricidad entre dos cuerpos buenos conductores se verifique en el contacto ó á distancia, siempre se efectúa en razon de la superficie: así pues para quitar á un cuerpo toda su electricidad es preciso ponerle en comunicacion con una gran superficie, por ejemplo, las paredes ó el piso de la habitacion, las cuales comunican con la tierra ó depósito comun. En efecto, una esfera de cobre, aislada por un mango de vidrio, no saca de los conductores de la máquina eléctrica sino chispas de pequeño volumen; al paso que las saca mucho mayores y las descarga completamente cuando se la hace comunicar con el suelo por medio de una cadena metálica ú otro cuerpo conductor cualquiera.

La electricidad está retenida en la superficie de los cuerpos conductores por la presion del aire que los rodea, colocados en el vacío pierden instantáneamente su electricidad, la cual se desprende en forma de rayos luminosos, visibles en la oscuridad. Los malos conductores pierden tambien en el vacío sus propiedades eléctricas, pero con mucha mas lentitud.

278. Considerados los cuerpos con relacion al frotamiento, se han clasificado en dos series distintas, los llamados *ideoelectricos*, ó que desarrollan electricidad por frotacion, y los que no la desarrollan por este medio, llamados *anelectricos*. Pero si bien es cierto, que estos últimos no se electrizan por el frotamiento, tambien lo es que, colocados en circunstancias convenientes, es decir aislándolos, se hacen eléctricos como los demas cuerpos. Esta última circunstancia nos conduce definitivamente á sentar que todos los cuerpos se electrizan por la frotacion, siendo por consecuencia infundada la division anterior. Se puede manifestar el desarrollo de la electricidad por el frotamiento de los líquidos con los sólidos y los

gases, porque agitando mercurio ó cualquier otro líquido en un vaso de vidrio se encuentra éste último electrizado, y dirigiendo sobre un trozo de cristal una corriente de aire producida por un fuelle, se constituye al cristal en un estado eléctrico bastante enérgico.

El péndulo eléctrico nos presenta uno de los medios mas sencillos de que podemos servirnos para demostrar que un cuerpo se electriza por el frotamiento. Este aparato está reducido á una esferilla de médula de sauco (*fig. 141*) suspendida á la extremidad de un hilo muy fino; por pequeña que sea la cantidad de electricidad desarrollada en el cuerpo, se observa que presentándole al péndulo, la esfera de éste es atraída, separándose de su posicion de equilibrio.

## LECCION LXXV.

### Electricidad positiva y negativa.—Atracciones y repulsiones.—Determinacion de sus leyes.

279. Ya hemos manifestado que un cuerpo electrizado es susceptible de atraer los cuerpos ligeros; pero se observa tambien que despues de atraerlos los rechaza ó repele. En efecto, si se presenta á un péndulo eléctrico un cilindro de lacre frotado, inmediatamente se separa el péndulo de su posicion de equilibrio para precipitarse sobre el cuerpo electrizado, el cual á poco tiempo le rechaza, como hemos dicho; pero si estando el péndulo en este estado se le aproxima un cilindro de vidrio frotado, se observa al momento una atraccion de parte de este último. Los mismos fenómenos, pero en sentido inverso, se verifican cuando se electriza el péndulo poniéndole en contacto con el vidrio, y se le presenta un cilindro de lacre frotado.

De este experimento podemos deducir dos consecuencias: 1<sup>a</sup> que la electricidad del vidrio no es la misma que la de la resina, y que existen por consecuencia dos especies diferentes, que pueden llamarse *electricidad vítrea* y *electricidad resinosa*. Algunos físicos las distinguen con los nombres de electricidad *positiva* á la del cristal, y *negativa* á la de la resina, comparándolas á las cantidades matemáticas de la misma denominacion que, como están afectadas de nombres contrarios, se destruyen en todo ó en parte segun la relacion de su magnitud, produciendo la mayor un residuo afectado de su signo. 2<sup>a</sup> que dos cuerpos cargados de la misma especie de electricidad se repelen: atrayéndose, por el contrario, cuando sus electricidades son diferentes. Este principio, que sirve de base á la electricidad, se demuestra tambien de un modo mas sensible sirviéndose de dos péndulos, cuyas esferas se repelen cuando se han puesto en contacto con un mismo cuerpo electrizado, y se atraen cuando se toca la una con un tubo de vidrio y la otra con un cilindro de lacre.

Para estos experimentos es necesario servirse de péndulos aislados, porque en el caso contrario, no conservando la esfera de médula de sauco la electricidad que se al comunica, seria constantemente atraída por los cuerpos electrizados puestos en

su presencia, cualquiera que fuese el signo de su electricidad. Esto es lo que precisamente sucede cuando el hilo de que está suspendida la esfera es de lino, cañamo, ó de una sustancia metálica, en vez de ser de seda ó de otro cuerpo poco conductor.

280. Cuando dos cuerpos se frotan el uno contra el otro, ambos se electrizan, resultando que uno de ellos lo hace positiva y el otro negativamente; de manera que siempre que se desenvuelve una electricidad, se desenvuelve también la otra; observándose además que las electricidades desarrolladas en el cuerpo frotante y el frotado son siempre iguales en cantidad.

Para probarlo se toman dos discos aislados (fig. 142) de la misma extensión y se frotan mutuamente por algún tiempo: si se les separa rápidamente, y se coloca entre ellos y á igual distancia un péndulo eléctrico, quedará este aparato inmóvil, porque siendo igualmente atraído por ambos discos, no hay fuerza alguna que le separe de su posición de equilibrio. Aun hay mas, y es que las electricidades desarrolladas por la frotación se neutralizan completamente cuando se reúnen, porque no se nota ninguna atracción sobre el péndulo aproximándole á los discos después de haber puesto en contacto sus superficies frotadas.

La mayor parte de los cuerpos pueden electrizarse diversamente según las condiciones en que se los coloque: el vidrio y todas las sustancias vítreas, como el cristal de roca, adquieren casi siempre la electricidad positiva, sea ó no conductor el cuerpo con que se frota, siempre que la superficie de las primeras esté bien pulimentada; decimos casi siempre, porque se ha observado que el vidrio frotado con una piel de gato adquiere la electricidad negativa ó resinosa. Las sustancias resinosas, como el lacre etc., adquieren las mas veces la electricidad negativa, sea el que quiera el cuerpo no conductor con que se las frote; sin embargo, algunas adquieren también la vítreas.

El frotamiento de dos cuerpos de la misma naturaleza desarrolla también electricidad, en cuyo caso la especie de fluido que cada uno adquiere depende de su color, del grado de pulimento, del sentido en que se verifiquen las fricciones, y de la temperatura. En efecto, un tubo de vidrio pulimentado adquiere la electricidad positiva cuando se frota con otro sin pulimento, el cual toma la negativa; una cinta de seda negra frotada con otra blanca se electriza negativamente; de dos trozos de cinta de una misma pieza frotados en cruz, la que permanece inmóvil adquiere la electricidad positiva, y finalmente, de dos cuerpos frotados á temperaturas diferentes, el mas frío se electriza positivamente.

281. Las atracciones y repulsiones eléctricas de que hemos hablado están en razon inversa del cuadrado de la distancia, y son proporcionales á las cantidades de fluido eléctrico. Esta ley, descubierta por Coulomb, puede demostrarse sirviéndonos de las oscilaciones verificadas por una aguja electrizada, ó por medio de la balanza de torsion. Se compone este aparato de un ancho cilindro de cristal ABCD (fig. 143) y de un segundo cilindro EFGH de menor diámetro. La extremidad inferior del cilindro pequeño se apoya en la abertura de un platillo de vidrio que sirve de tapa al cilindro mas ancho, y su extremidad superior lleva un re-

mate de metal GHXY móvil alrededor de su eje, el cual constituye el micrómetro de la balanza. El disco GH del micrómetro se halla dividido en 360 grados y está atravesado en su centro por un vástago de metal MN que puede girar libremente alrededor de su eje, y termina por una pequeña pinza, á la cual se sujeta un hilo muy fino de plata, del que se suspende una aguja de goma laca terminada en un extremo por un disco de papel dorado, ó por una esferita de médula de sauco. El vástago MN tiene además una pequeña aguja, cuya punta se apoya en las divisiones del micrómetro. Por último, una banda circular dividida en 360 grados es á pegada á la caja y á la altura de la extremidad del hilo.

Para servirnos de la balanza se introduce por la abertura del platillo un vástago de vidrio RS, cuya extremidad inferior está provista de una esfera metálica. Se hace corresponder la esfera S con el cero de las divisiones de la banda circular, después se coloca la aguja del micrómetro sobre el cero de las divisiones superiores, y haciendo girar convenientemente el micrómetro, se coloca el disco de papel dorado ó la esfera de sauco en contacto con la esfera metálica sin dar al hilo ninguna torsion.

Dispuesto el aparato de este modo, se electriza la esfera S, la cual, dividiendo su electricidad con el disco de papel dorado, rechaza á la aguja obligándola á colocarse en una posición tal, que existe equilibrio entre la fuerza repulsiva que a esfera ejerce sobre el disco y la fuerza de torsion del hilo metálico, que tiende á volverla á su posición primitiva. Supongamos que se fija á 36 grados de distancia de su punto de partida. Aplicando el principio de que la fuerza de torsion de un hilo metálico es proporcional al ángulo de torsion, deduciremos que á la distancia actual, la repulsion eléctrica que es igual á la fuerza de torsion estará representada por 35.º Para valuar la fuerza repulsiva á una distancia menor se hace girar el limbo superior para torcer el hilo y aproximar la aguja de goma laca á su posición primitiva, haciendo que el papel dorado se coloque primero delante de la division 18 de la banda circular, y después delante de la division 9 de la misma. Con esto se consigue que las distancias de la esfera al disco sean sucesivamente 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ , en cuyas posiciones hay siempre equilibrio entre la fuerza repulsiva de la electricidad y la fuerza de torsion del hilo. Ahora bien, la torsion del hilo se compone evidentemente de la distancia angular 18º y 19º de las dos esferas, mas el número de grados que en cada uno de estos casos ha sido necesario hacer recorrer á la aguja del micrómetro. En un experimento hecho por Coulomb correspondia esta aguja á 126º en la segunda posición y á 567º en la tercera; de modo que siendo las distancias del disco de papel dorado á la esfera como los números 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ , las torsiones del hilo ó la fuerza repulsiva están entre sí como los números 36, 18 + 126 = 144, 9 + 567 = 576, ó bien como 1, 4, 16, de lo cual se deduce que la fuerza repulsiva de dos cuerpos electrizados está en razon inversa del cuadrado de la distancia que los separa. Esta ley es igualmente cierta para las atracciones eléctricas.

Las atracciones y repulsiones eléctricas no dependen solamente de la distancia á que se encuentran los cuerpos entre quienes se ejercen, sino que, como hemos

anunciado, varían también con la cantidad de electricidad que se les comunica. En efecto, retrocedamos al segundo experimento, en que el disco fué rechazado á  $18^\circ$  de la esfera S, y en el que la torsion era de  $144^\circ$ ; si tocamos en este caso la esfera S con otra de igual tamaño aislada y en su estado natural, conseguiremos que la electricidad de la esfera S se divida entre las dos, en cuyo estado se observa que la fuerza repulsiva es dos veces menor, pues que para mantener el disco de papel dorado á la distancia de  $18^\circ$  es necesario reducir á la mitad la torsion total. Si en este estado se quita al disco de papel dorado la mitad de su electricidad, poniéndole en contacto con otro igual y aislado, la fuerza repulsiva será dos veces menor que la anterior, y para mantener al disco en su posicion primitiva, será necesario reducir á la mitad la torsion del hilo. De lo dicho resulta que la torsion final y la fuerza repulsiva correspondiente no serán mas que la cuarta parte de las primitivas, y por consecuencia que las acciones eléctricas son proporcionales á las cantidades de electricidad que contienen los cuerpos entre quienes se verifican.

La demostracion de las leyes precedentes exige que durante el experimento las esferas y el disco no pierdan su electricidad, ó por lo menos que la pérdida sea tan pequeña que no pueda influir sensiblemente en los resultados. Esto se consigue haciendo que las esferas comuniquen con cuerpos malos conductores, y secando el aire de la balanza con el ácido sulfúrico ó el cloruro de calcio.

### LECCION LXXVI.

#### Electricidad por influencia.—Máquina eléctrica.—Explicacion de su carga.—Electróscopo de panes de oro.

232. Un cuerpo electrizado descompone por influencia el fluido natural de otro cuerpo conductor colocado en su esfera de actividad.

La descomposicion del fluido natural por influencia se demuestra colocando delante de un cuerpo A (fig. 144), que podemos electrizar á voluntad, un cilindro metálico aislado B, á cuyas extremidades se aplican dos péndulos sostenidos por hilos conductores.

Tan pronto como se electriza el cuerpo A se observa una separacion en los péndulos; prueba inequívoca de que las extremidades del cilindro poseen electricidad libre. Suponiendo además que el cuerpo A se haya electrizado positivamente, se podrá notar: primero, que la parte del cilindro mas próxima al cuerpo A contiene electricidad negativa, porque la esfera del sauco *b* que constituye el péndulo es repelida cuando se la aproxima una barra de lacre frotada; segundo, que la parte del cilindro mas separada del cuerpo A contiene por el contrario la electricidad positiva, porque la esfera del segundo péndulo *b'* es rechazada por un tubo de vidrio electrizado positivamente. De lo dicho se infiere que el cilindro B se encuentra dividido en dos partes electrizadas inversamente; de manera que al pasar de la re-

gion positiva á la negativa, nos encontramos necesariamente con una línea *xy* situada en la parte mas próxima del origen eléctrico que no contiene electricidad libre, y á partir de la cual la tension eléctrica aumenta positivamente en una direccion y negativamente en otra hasta las extremidades del cilindro donde está en su maximum.

233. Si se descarga instantáneamente el cuerpo A poniéndole en comunicacion con el depósito comun, desaparece la divergencia de los péndulos rápidamente; pero si separamos con lentitud el cilindro B, la divergencia de los péndulos decrece poco á poco, desapareciendo completamente cuando se sitúan fuera de la esfera de actividad eléctrica.

La cantidad de electricidad natural descompuesta en el cilindro varía también con las dimensiones de éste y con la intensidad del origen eléctrico.

Resulta de estos experimentos que la electricidad del cuerpo A no ha sido transmitida del cuerpo electrizado al cilindro B, porque en este caso no poseeria el cilindro mas que un solo fluido, el cual conservaria despues de la descarga y de la separacion del cuerpo A. Para explicar estos fenómenos es necesario admitir que el fluido positivo del cuerpo A descompone por influencia el fluido natural del cilindro aislado, atrayendo hácia sí el de nombre contrario y repeliendo el del mismo nombre.

Analizando las fuerzas que actúan sobre una molécula cualquiera *m* del fluido natural del cilindro, se concebirá fácilmente por qué y en qué momento cesa la descomposicion. En efecto, el fluido negativo de esta molécula es atraído por el cuerpo A hácia la parte anterior del cilindro; primero, por la repulsion que sobre él ejerce la electricidad negativa acumulada desde un principio en el punto *b*, y segundo, por la atraccion de la electricidad positiva acumulada en *b'*. El fluido positivo de la molécula *m* experimentará acciones semejantes; de lo cual resulta que la descomposicion por influencia cesará tan luego como se verifique el equilibrio entre la primera fuerza que obra en un sentido, y las otras dos que actúan en sentido contrario.

Los cuerpos electrizados por influencia vuelven á su estado primitivo tan luego como cesa ésta, lo cual se consigue ó lenta ó repentinamente. Para hacerlo por el primer medio no hay mas que ir sacando chispas del cuerpo electrizado por medio de un conductor aislado, ó aumentando la distancia del cuerpo conductor que recibe la influencia. Para hacerlo por el segundo medio, no hay mas que sacar del cuerpo electrizado una chispa total que le descargue de una vez, sirviéndose para ello de un cuerpo conductor.

En estos fenómenos ninguno de los fluidos sale de la masa que experimenta la influencia eléctrica; pero ambos sufren un movimiento de traslacion en toda la extension de la masa, así cuando se reunen como cuando se separan, y estos movimientos rápidos de la electricidad producen en las moléculas ponderables sacudimientos mecánicos, ó efectos químicos muy notables.

234. Un cuerpo electrizado por influencia puede á su vez actuar sobre otros cuerpos aislados descomponiendo su fluido natural; esto se demuestra colocando

dos cilindros á continuacion uno de otro, y observando que la divergencia de los péndulos del segundo es mayor que la que seria si situado á la misma distancia estuviese solamente sometido á la influencia del origen eléctrico.

255. Cuando se hace comunicar con el suelo cualquiera de los puntos situado, á la derecha ó á la izquierda de la línea media del cilindro B, electrizado por influencia, pierde instantáneamente su electricidad positiva y conserva la negativa cesando por consecuencia la divergencia del péndulo *b'* y aumentando la del péndulo *b*. En efecto, si se toca la parte posterior del cilindro B, el fluido positivo rechazado hácia aquel punto, pasa inmediatamente al depósito comun; si es la parte anterior del cilindro la que se pone en contacto con un cuerpo conductor, la electricidad natural de éste se descompondrá por el cuerpo A que ejerce la influencia repeliendo su fluido vítreo al depósito comun, en tanto que el fluido resinoso que resulta de la descomposicion del fluido natural, esparciéndose por el cilindro, neutralizará todo el fluido vítreo que en él se encuentre. El resultado es el mismo que el que hubiéramos obtenido si antes de someter el cilindro á la influencia del cuerpo electrizado le hubiéramos hecho comunicar con el suelo por medio de un buen conductor. Una vez separada por este medio la electricidad positiva del cilindro la accion del cuerpo A, teniendo una fuerza menos que vencer, se dirige exclusivamente á descomponer una nueva porcion de fluido natural; el fluido positivo que resulta se marcha al depósito comun, en tanto que el negativo, atraido hácia la parte anterior del cilindro, aumenta la cantidad del contenido en este punto, y por consecuencia la divergencia del péndulo *b*. Si en este estado se suprime la comunicacion del cilindro B con el suelo, conservará este cuerpo un exceso de fluido negativo libre, aun cuando le separemos de la influencia del cuerpo A. De lo que resulta la posibilidad de cargar un cilindro metálico aislado de fluido negativo ó positivo por la influencia de un manantial de electricidad de nombre contrario.

Si en vez de hacer comunicar el cilindro con el suelo se le tocase con una esfera metálica aislada, obtendríamos electricidad positiva en todos los puntos situados á la derecha de la línea media, y electricidad negativa en los puntos situados á la izquierda de la misma, siendo tanto mayor la cantidad obtenida cuanto mas nos aproximemos á los extremos.

256. Las leyes precedentes suponen que el cuerpo influenciado no oponga resistencia alguna á los fluidos eléctricos; pero no son rigorosamente aplicables á los cuerpos malos conductores de la electricidad, aun cuando puedan estos electrizarse tambien por influencia, como se demuestra por experimentos directos.

La diferencia que presentan los cuerpos buenos y malos conductores al electrizarse por influencia sirve para explicar la comunicacion de la electricidad á distancia, la cual, como hemos indicado en el párrafo 279, va siempre acompañada del fenómeno curioso de la chispa eléctrica. En efecto, si presentamos á un cuerpo A electrizado positivamente otro buen conductor en su estado natural, se consigue sacar la chispa á una distancia bastante grande, en tanto que no conseguimos este efecto si nos servimos de un cuerpo mal conductor. La causa de esta diferencia se concebirá fácilmente observando que en el primer caso el cuerpo electrizado des-

compone con facilidad el fluido natural del conductor rechazando su fluido positivo y atrayendo el negativo á la parte mas inmediata en donde ejercerá un esfuerzo contra el aire, para combinarse con el fluido positivo del cuerpo A. En este caso, si la tension es bastante fuerte y la distancia proporcionada, se verifica la recomposicion de los dos fluidos contrarios al través del aire. En el segundo caso, descomponiéndose con lentitud y dificultad el fluido natural del cuerpo mal conductor, cambia muy poco su estado eléctrico, de modo que las electricidades de los dos cuerpos que se hallan en presencia se atraen con menos energía, y no adquieren fuerza suficiente para vencer la resistencia del aire.

Aun cuando la chispa eléctrica no nos quemara, no por eso se puede decir que es una luz sin calor, puesto que puede inflamar los cuerpos combustibles, como el éter, el alcohol, la pólvora de cañon etc., pudiendo ademas verificar la combinacion de dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno encerrados en el aparato conocido con el nombre de *pistoleta de Volta*. Finalmente un gran número de experimentos que se hacen en los gabinetes de fisica están fundados en la electricidad por influencia, entre los cuales citaremos la danza y repique eléctricos, la araña de Franklin etc., etc.

257. La electricidad en la máquina eléctrica (*fig. 145*) se desarrolla por la frotacion de un disco de vidrio con cuatro almohadillas henchidas de crin. El disco está atravesado en su centro por un eje que á su extremo tiene aplicado un manubrio. Delante del disco hay dos cilindros metálicos de cobre ó laton unidos por otro tercero llamados conductores, los cuales están apoyados ó sostenidos por columnas de vidrio barnizadas con goma laca. Por el lado del disco termina el conductor en dos brazos, cada uno de los cuales tiene en su extremidad unas puntas metálicas dirigidas hácia el disco. Las almohadillas deben frotarse por la parte que está en contacto con el disco de vidrio con *oro musivo*, ó con una amalgama compuesta de una parte de zinc y cinco de mercurio. La parte posterior de las almohadillas está en contacto con una varilla metálica que comunica con el suelo.

Haciendo girar el disco, la electricidad positiva desarrollada permanece en las dos superficies de éste, en tanto que la negativa esparcida por las almohadillas se marcha por la varilla metálica al depósito comun. La electricidad vítreo contenida en el disco obra por influencia sobre el fluido natural de los conductores descomponiéndose y atrayendo hácia sí la de nombre contrario y repeliendo la del mismo nombre; la primera se escapa por las puntas y neutraliza la del disco, mientras que la segunda permanece en los conductores, de los cuales podemos sacar chispas aproximando un dedo ú otro cualquier cuerpo. La misma descomposicion se verifica cuando los brazos de los conductores, en vez de terminar en puntas, terminan en esferas metálicas; solo que el fluido negativo del conductor pasa bajo la forma de chispa á neutralizar el fluido positivo del disco. De este modo conserva el conductor por mas tiempo sus propiedades eléctricas despues de haber cesado la rotacion del disco.

Para obtener grandes efectos por medio de este aparato es necesario, ademas de lo dicho, dirigir hácia las puntas toda la electricidad desenvuelta por las almohadi-

llas, y evitar por consiguiente la pérdida que el contacto del aire debe producir en el disco: lo que se consigue aplicando á éste dos *armaduras* de tafetan engomado que cubren el vidrio en toda la extension de los dos cuadrantes opuestos al dirigirse desde las almohadillas al conductor.

288. A pesar de todas estas precauciones, la carga eléctrica del conductor es susceptible de un maximum dependiente de varias causas y del cual no puede pasar. En efecto, girando el disco con una velocidad dada no puede adquirir mas que una cantidad finita de electricidad: debiendo ser limitada tambien por consecuencia la cantidad de electricidad neutra que puede descomponerse en el conductor. La descomposicion debe pues cesar tan luego como los fluidos negativo y positivo de una misma molécula de electricidad neutra experimenten, el primero repulsiones iguales y el segundo atracciones tambien iguales por la electricidad positiva del disco y la previamente acumulada en el conductor. La tension maximum á que llega en este caso el conductor aumenta con la velocidad de rotacion del disco. Pero aun cuando comuniquemos al disco una velocidad de rotacion extraordinariamente grande, no por eso la tension eléctrica del conductor podrá pasar de cierto límite dependiente de la resistencia que el aire opone á la pérdida de electricidad; resistencia que será tanto mayor cuanto mas seco esté el aire, y de aquí la necesidad de secar y calentar los sustentáculos y conductores.

Si la rotacion del disco cesa, el conductor perderá muy pronto toda su carga eléctrica, bien por causa del contacto del aire, ó bien por las puntas, si las tiene; por consecuencia, si hemos de reparar á cada momento estas pérdidas, es indispensable comunicar al platillo una rotacion constante y uniforme.

289. Se llaman *electróscopos* ó *electrómetros* unos aparatos destinados á hacer sensibles las mas pequeñas porciones de electricidad y á indicar su naturaleza.

Estos aparatos se componen de una campana de vidrio (*fig. 146*), á cuya parte superior está sujeto con mastic un conductor metálico terminado exteriormente en una esfera y por la parte inferior en unos anillos, ó en una pinza, de los cuales se suspenden unas veces dos hilos metálicos muy finos que llevan en sus extremidades unas esferillas de médula de sauco, y otras unas pajitas ó unos panes de oro. Estos conductores móviles cuando divergen todo lo posible tocan á unas láminas de estaño que parten del fondo de la campana y se elevan verticalmente sobre sus paredes interiores á la altura de los péndulos, sobre los cuales se descargan de la electricidad que contienen.

Cuando se quiere reconocer simplemente por medio de estos aparatos la presencia de la electricidad en un cuerpo, bastará aproximarle gradualmente al conductor fijo del electróscopo, y observar la divergencia de los conductores móviles. De dos cuerpos de una misma forma colocados á la misma distancia, el que produzca menos divergencia tendrá evidentemente una fuerza eléctrica menor.

Cuando se quiere conocer la especie de electricidad que tiene un cuerpo, será necesario dar al electróscopo una electricidad conocida; lo que se consigue aproximando el cuerpo electrizado y tocando al mismo tiempo la esfera del electróscopo con el dedo, el fluido rechazado se marcha al depósito comun, y retirando despues

el dedo, y luego el cuerpo electrizado, el electróscopo se queda cargado con el fluido atraído, es decir, del contrario al del cuerpo que se presenta. En este caso todo cuerpo que al aproximarle á la esfera metálica aumente la divergencia de los péndulos, tendrá la misma electricidad que la del aparato; pero no por eso podremos decir que todo cuerpo que disminuya la divergencia esté dotado de electricidad contraria, porque los cuerpos conductores en su estado natural producen este efecto sobre los conductores móviles, á causa de la descomposicion por influencia que experimentan. Así pues, el aumento de divergencia es una prueba decisiva, pero a disminucion es una prueba incierta, al menos que no sea muy grande, y que aproximando mas el cuerpo que la produce no sea capaz de determinar una divergencia en sentido contrario despues de haber vuelto á poner en contacto los conductores móviles del aparato.

## LECCION LXXVII.

### Electricidad latente.—Medios de hacer constar su presencia.

290. Para formarse una idea exacta de la electricidad latente ó disimulada, y de su composicion lenta ó repentina, es necesario concebir dos discos conductores *c c'* (*fig. 147*) puestos en presencia uno de otro y separados por una lámina *n* no conductora, de vidrio. Cuando el disco *c* recibe, por ejemplo, la electricidad positiva, y el disco *c'* la negativa, estas dos electricidades se atraen al través de la lámina no conductora *n*, oprimiendo las dos caras opuestas de ésta por el esfuerzo que hacen para reunirse. En este caso se dice que estas electricidades están disimuladas. En efecto, cuando están cargados los dos discos se puede tocar á uno y á otro sin que su fluido se marche al depósito comun, siempre que el contacto no sea simultáneo, en razon de que el fluido del disco que se toca no obedece á la fuerza repulsiva que le es propia, por estar atraído y retenido por el fluido del otro disco.

De este modo se acumulan grandes cantidades de electricidad en los discos, las cuales se colocan sobre las caras opuestas de la lámina no conductora y permanecen disimuladas la una por la otra.

Supongamos que los discos tengan matemáticamente la misma forma y el mismo tamaño; que la lámina *n* sea bien plana por ambas superficies é igualmente gruesa ó del mismo espesor, y que la máquina ó manantial que suministra la electricidad positiva al disco *c* tenga exactamente la misma fuerza que la que comunica la electricidad negativa al disco *c'*: en este caso es evidente, que las cargas de los discos serán exactamente iguales, y que en los puntos de cada uno, simétricamente colocados, las tensiones eléctricas serán siempre las mismas.

Este supuesto, si despues de haber cargado el aparato y haberle aislado suprimimos la comunicacion con los manantiales de electricidad, observaremos que la disimulacion no es completa; es decir, que no existe en los discos un solo punto que

carezca de tension eléctrica. Esta tension es muy grande en las caras interiores, en cuyos puntos, si las superficies tienen mucha extension, los fluidos pueden oprimir la lámina  $n$  con tanta fuerza que se abran paso al través de su sustancia y la agujereen para reunirse.

En las caras exteriores la tension eléctrica que se ejerce contra el aire que rodea los discos es muy débil en comparacion de la tension interior; pero existe, como se puede observar aproximando un dedo sucesivamente á cada disco, con lo que se consigue sacar chispas pequeñas.

La disimulacion no puede ser completa, porque los fluidos acumulados en su mayor parte sobre las superficies interiores están separados por el espesor de la lámina no conductora, no pudiendo neutralizarse completamente, á menos que los dos discos estén en contacto inmediato. Así, pues, la disimulacion es tanto mas completa cuanto mas delgada es la lámina no conductora; pero al mismo tiempo presenta menos resistencia á la presion eléctrica.

291. En lo que precede hemos supuesto que los discos recibian la electricidad positiva y la negativa en igual cantidad por su comunicacion con dos máquinas eléctricas; pero generalmente no se emplea mas que una sola, poniendo, por ejemplo, el disco  $c$  en comunicacion con ella, y el disco  $c'$  con el depósito comun. En este caso el disco  $c'$  se carga por influencia, adquiriendo una cantidad de fluido negativo menor que la del positivo contenido en el disco  $c$ , no pudiendo ser indefinida ni para el uno ni para el otro, por grande que sea la tension de las electricidades disimuladas. En efecto, representemos por  $V$  la cantidad de electricidad del primer disco, y por  $R$  la del segundo;  $V$  será necesariamente mayor que  $R$ , porque estando esta última neutralizada por la primera al través del espesor del cristal, será mas pequeña que lo que sería si estuviese en contacto. Recíprocamente actuando  $R$  sobre  $V$  neutraliza una parte de ésta, pero mas pequeña también que la que neutralizaría por su contacto, y por consecuencia mas pequeña que  $V$ . De lo dicho resulta, que la cantidad de electricidad contenida en el disco  $c'$  está completamente disimulada, en tanto que de la contenida en el disco  $c$  solamente lo estará una parte. Por consiguiente, el disco  $c$  podrá adquirir una nueva porcion de electricidad, parte de la cual será disimulada por la que á su vez y por su influencia desarrolla en el disco  $c'$ ; y como se puede hacer abstraccion del fluido ya esparcido por el aparato, el nuevo fluido negativo desarrollado en  $c'$  será aun en menor cantidad que el nuevo fluido recibido por el disco  $c$ . La diferencia entre las cantidades de fluido contenidas en los discos crecerá también á cada nueva descomposicion, sucediendo lo mismo si el disco  $c$  recibiese su fluido de una manera continua. Bajo este concepto debe llegar un momento en que el disco positivo adquiere la suficiente intensidad para vencer las acciones concordantes que el fluido negativo del disco inferior y el positivo de la máquina ejercen sobre una molécula positiva  $m$  del conductor metálico que establece la comunicacion de la máquina con el disco  $c$ ; llegado este caso, el disco  $c$  no puede recibir mas fluido, y el aparato tendrá su maximum de carga.

292. El aparato que acabamos de describir puede descargarse despues de aisla-

do lenta ó rápidamente. En la recomposicion lenta se presentan fenómenos muy curiosos, cuya explicacion es sumamente fácil, una vez entendido lo que acabamos de decir. En efecto, si aplicamos dos péndulos  $P$   $P'$  á los discos metálicos  $cc'$  de la figura anterior, observaremos que el péndulo  $P'$  se mantiene en la posicion vertical, y el péndulo  $P$  diverge. Si tocamos el disco  $c$  con un cuerpo conductor, sacaremos una chispa, que proviene del exceso de electricidad libre en él contenida; en este caso el péndulo  $P$  caerá y el  $P'$  se separará al momento, como si el disco  $c'$  hubiera recibido una nueva carga de electricidad: esta repulsion proviene del fluido negativo, que ha quedado en estado de libertad por la pérdida del positivo que ha sufrido el disco  $c$ . Si se toca en seguida el disco  $c'$ , su péndulo cae y el de  $c$  se eleva, y repitiendo alternativamente los contactos, se obtiene una serie de chispas cada vez menores, hasta que se consigue descargar completamente el aparato.

Si se abandona el aparato aislado al contacto del aire, se observa que el péndulo  $P$ , divergente en un principio, va bajando con lentitud, en tanto que el péndulo  $P'$ , cuya posicion era vertical, se va separando también de la misma manera; pero una vez establecida la igualdad de divergencia, la pérdida debida al contacto del aire se hace igual para ambos discos, y los dos péndulos caen reunidos y con tanta mas lentitud cuanto mas seco esté el aire.

Para verificar la descarga rápidamente se establece la comunicacion entre los dos discos por medio de un excitador metálico (fig. 148), compuesto de dos brazos sostenidos por mangos de cristal y movibles alrededor del punto, por el cual están unidos. Puede también emplearse un conductor sencillo de metal, cuyos dos brazos se sostienen por las manos. En este caso, como la electricidad se dirige siempre por los cuerpos mas conductores, atravesará por el metal sin producir la menor conmocion al operador; sin embargo, si la tension del fluido eléctrico fuese muy grande, ó el conductor muy delgado, una parte de dicho fluido pasaria al través del cuerpo del operador, haciéndole experimentar una conmocion mas ó menos violenta.

Cuando la electricidad se halla disimulada y el aparato aislado, la mayor parte de los fluidos se encuentra en las caras opuestas del disco no conductor que separa los dos conductores, pues si existiese en éstos, un solo contacto con las extremidades del excitador sería suficiente para descargarlos de una manera completa. Este principio puede demostrarse directamente, como manifestaremos al hablar de la botella de Leyden.

## LECCION LXXVIII.

### Condensadores.—Botella de Leyden.

293. Los condensadores, cuya teoría hemos desarrollado en la leccion anterior, son unos aparatos en los cuales se acumula la electricidad disimulada. Se componen generalmente de dos láminas conductoras, separadas por otra no conductriz. La forma y nombre varían segun los usos á que se destinan. El que nos ha ser-

vido en los experimentos anteriores se llama condensador de *láminas de vidrio*, el cual es susceptible de acumular grandes cantidades de electricidad; pero en razon al espesor del vidrio no puede cargarse sino por manantiales eléctricos de mucha tension. En la práctica, y para facilitar los experimentos, se reemplazan los dos discos móviles por dos hojas de estaño pegadas á las dos caras opuestas de un cuadrado de vidrio mas ancho que ellas.

El condensador de *tafetán* está compuesto de un disco de madera cubierto con tafetán barnizado; y de un platillo conductor aislado por un mango de cristal. Teniendo el tafetán menos espesor y solidez que el vidrio, resulta que este condensador no puede adquirir tanta electricidad como el precedente; pero puede en cambio cargarse por focos mas débiles.

El condensador de *láminas de oro* no es mas que un electrómetro, sobre el cual se adaptan dos platillos metálicos delgados y bien planos (*fig. 149*); el superior es móvil y se levanta por medio de un mango aislante; el inferior está sujeto á la guarnicion de la campana, y la capa no conductriz que los separa es un barniz de goma laca que se seca con facilidad: la película que con él se forma es suficiente para detener la electricidad, á pesar de que no tiene mas espesor que un vigésimo de línea.

De este modo los platillos están casi en contacto, y la disimulacion de la electricidad es lo mas completa posible; siendo por esta razon este aparato el mas perfecto que se conoce, si bien es cierto que no puede sufrir grandes cargas. Para conocer por medio de este aparato la presencia de la electricidad en un cuerpo, se pone el platillo inferior en contacto con este cuerpo, y el superior con el depósito comun, se sujecionan al cabo de algun tiempo las comunicaciones, y se levanta perpendicularmente el platillo superior. La electricidad acumulada sobre el otro queda en este caso libre y separa las dos láminas de oro. Si se quiere conocer la especie de electricidad que contiene el cuerpo, basta dar á las láminas de oro una electricidad conocida. Para experimentos delicados conviene rodear la campana del conductor con otra de cristal, en la que se deseca el aire por medio de cuerpos absorbentes.

294. La *botella de Leyden* no es mas que un condensador de lámina de vidrio. Consiste este aparato en un frasco de vidrio (*fig. 150*) de paredes delgadas, lleno de hojas de oro ó de otra sustancia conductriz, y cubierto por la parte exterior con una hoja de estaño que se eleva hasta una ó dos pulgadas del borde superior. El apon de corcho que cierra la botella está atravesado por un vástago metálico, que termina por la parte interior en una punta y por la exterior en una esfera. Las guarniciones exteriores ó interiores se llaman *armaduras*, las cuales no deben comunicarse, y para evitar esta comunicacion se cubre el cuello de la botella con una capa de barniz de goma laca.

La botella de Leyden se carga poniendo en comunicacion una de sus guarniciones con el conductor de la máquina eléctrica, y la otra con el depósito comun. Si es la guarnicion interior la que se aproxima á la máquina, la botella se carga de

electricidad positiva, adquiriendo por el contrario la negativa cuando tomando en la mano el vástago metálico se aproxima la guarnicion exterior á la máquina.

La teoría del condensador es completamente aplicable á la botella de Leyden, teniendo presente que la armadura exterior sustituye al disco *c* de aquel, y la armadura exterior al disco *c'*. Se puede tambien descargar rápidamente sacando de ella una gran chispa, ó con lentitud tocando alternativamente cada una de sus armaduras despues de haberla aislado. Cuando se la descarga instantáneamente no basta un solo contacto con el excitador para hacer que la botella vuelva á su estado natural. Esto proviene, como en el condensador, de que los dos fluidos eléctricos abandonan las armaduras para colocarse sobre las dos caras opuestas del vidrio, al través de la cual se atraen, lo cual se comprueba facilmente con una botella (*fig. 151*), cuyas armaduras pueden separarse, y que por esta razon recibe el nombre de *botella de armaduras móviles*. Despues de cargada y colocada sobre un aislador, se separa por medio de un tubo de vidrio la armadura interior, y luego el frasco de vidrio ó lámina aisladora; se tocan sucesivamente los dos elementos metálicos, sobre los cuales apenas existe una cantidad sensible de electricidad, y se vuelven á colocar de la misma manera y con las mismas precauciones que en un principio; la botella se encuentra entonces tan cargada como antes de la comunicacion de sus armaduras con el depósito comun.

Cuando se presentan á la botella de Leyden muchos conductores para descargarla, la electricidad elige siempre el mejor; por esta razon no se siente comunicacion, aun cuando se la descargue con el excitador simple ó con una cadenilla, siempre que no haya solucion de continuidad, ó que la cadena no sea extremadamente delgada.

Se comparan las cargas de la botella de Leyden por la distancia á la cual salta la chispa entre su esfera, y otra de la misma forma que comunique con su guarnicion exterior (*fig. 152*): la varilla *tq* está dividida, se la aproxima gradualmente á la botella por medio del tornillo *r*, y se observa la distancia á la cual la chispa parte entre ambas esferas. Para que los experimentos sean comparables es necesario que siendo la misma la esfera *b*, todas las esferas de las diversas botellas tengan las mismas dimensiones. Se reconoce fácilmente por medio de este aparato, que las cargas de las botellas son proporcionales á la extension de las superficies de sus armaduras.

295. Las *baterías eléctricas* se componen de varias botellas de Leyden, cuyas guarniciones interiores comunican entre sí por medio de varillas metálicas, y las exteriores lo verifican por medio de una lámina de plomo ó estaño con que está recubierto el fondo de la caja donde se encuentran colocadas. Las baterías se cargan de la misma manera que la botella de Leyden, haciendo comunicar su parte interior con el conductor de la máquina eléctrica, y la exterior con el suelo. Para apreciar la tension eléctrica del conductor y de la armadura interior con quien comunica, se adapta á este último un electrómetro de cuadrante (*fig. 133*), cuyo péndulo se separa cada vez mas de su posicion vertical á medida que la tension se aproxima á su maximum, á la cual habrá llegado cuando la aguja queda inmóvil á pesar de la rotacion del disco el de la máquina eléctrica.

296. Los efectos producidos por la chispa de la botella de Leyden y por las baterías se pueden dividir en *fisiológicos, físicos y químicos*. Los primeros son tanto mas enérgicos, cuanto mayor superficie tienen las armaduras y mayor es su carga. Cuando se toca con una mano la guarnición exterior, y con la otra la interior, la conmoción pasa por el brazo y el pecho, extendiéndose mas ó menos segun es mayor ó menor la carga de la botella. Las baterías eléctricas producen todavía efectos mas enérgicos que los de las simples botellas de Leyden; así se observa que los pájaros, y aun gazapos, sucumben fácilmente bajo el choque de una batería débil, y los animales mas robustos no pueden resistir la descarga de una batería enérgica.

Los efectos físicos pueden dividirse en caloríficos, mecánicos y luminosos; citaremos entre los primeros la inflamación del éter, del alcohol, de la pólvora y de la resina pulverizada, la detonación de una mezcla de hidrógeno y oxígeno en el pistolete de Volta, y la fusión y volatilización de hilos metálicos de pequeño diámetro sometido á las descargas de las baterías.

Para hacer este último experimento se emplea ordinariamente el excitador universal (fig. 154); la varilla metálica aislada *b* comunica con la guarnición exterior de la batería por medio de la cadena *c*, y la varilla *b'*, dispuesta del mismo modo que la otra, comunica con una cadena *c'* que termina en la esfera aislada *b*; cuando se quiere hacer pasar la chispa se aproxima la esfera *b* rápidamente al interior de la batería, y los fluidos se recomponen al través del circuito *bc'b'bc*, en el cual están colocados los cuerpos, al través de los cuales queremos hacer pasar la electricidad.

Colocando un hilo de hierro entre las varillas del excitador se calienta por una descarga débil, se enrojece por una mayor, y finalmente se funde y aun desaparece cuando la batería es muy enérgica. Los demas metales pueden tambien calentarse, enrojarse, fundirse y volatilizarse; pero no todos con la misma facilidad: los que son malos conductores, como el platino y el hierro, experimentan, á igualdad de dimensiones, efectos mayores que el oro y el cobre, que están dotados de una conductibilidad mayor. Los hilos de seda dorados presentan un fenómeno singular que demuestra la rapidez con que la electricidad se apodera de las moléculas de materia conductriz: el oro de que están recubiertos se volatiliza y se oxida, sin que el calor sea capaz de romper la seda. Este experimento se hace mas sensible si se apoya en el hilo una hoja de papel blanco, sobre la cual se ve, despues del paso de la electricidad, una mancha de color gris oscuro que proviene del vapor de oro.

297. Cuando se coloca un naipe entre dos conductores terminados por una punta, y se hace pasar la descarga de la botella de Leyden, se consigue hacer un agujero pequeño, el cual presenta por ambos lados un reborde como si el fluido hubiese partido del medio del naipe para salir por sus dos caras ó superficies. El vidrio tambien se taladra por un procedimiento análogo, teniendo cuidado de que una de las dos puntas esté en contacto con una gota de un liquido conductor.

En los gases produce la chispa de la botella de Leyden, una expansion tan grande y repentina que es capaz de lanzar una bala pequeña por medio del mortero eléctrico (fig. 155).

Empleando baterías eléctricas podemos obtener efectos mecánicos mas notables. En efecto, los cuerpos malos conductores colocados entre las ramas del excitador universal se agujerean y hacen pedazos por la descarga de una batería fuerte. Una piedra plana de algunas líneas de espesor se agujerea como el vidrio, y un cilindro de madera de dos ó tres pulgadas de diámetro y de media pulgada de espesor se hace astillas si la electricidad le atraviesa en el sentido de las fibras.

298. Los efectos luminosos son en extremo variados, y pueden observarse en el vacío y en el aire. Para estudiar la luz eléctrica en el vacío se emplea un globo (fig. 156) atravesado por dos varillas metálicas terminadas en esferas, y que pueden aproximarse ó alejarse una de otra: está ademas provisto en su parte inferior de una llave destinada á establecer ó á interceptar la comunicacion entre el interior y el exterior. Cuando se hace el vacío mas perfecto posible y se pone por una de sus extremidades en contacto con una máquina eléctrica y por la otra con el suelo, la electricidad pasa libremente y la luz llena toda la capacidad del tubo. Si se deja entrar un poco de aire, la luz se difunde menos, se estrecha, y forma entre los dos cuerpos conductores arcos de color de púrpura; observándose ademas que á medida que el espacio luminoso disminuye, la intensidad de la luz se aumenta.

Todos los experimentos de luz eléctrica en el aire se fundan sobre un mismo principio, que consiste en multiplicar las chispas, haciendo pasar el fluido eléctrico por una serie de conductores discontinuos, ó por particulas metálicas separadas unas de otras por pequeños intervalos, formando dibujos mas ó menos vistosos y variados.

La luz eléctrica varía en su aspecto con la naturaleza de las electricidades; la negativa, saliendo por una punta, no produce en su extremidad mas que un punto luminoso, en tanto que la positiva produce penachos divergentes de algunas líneas de longitud. Este fenómeno singular es digno de atención, puesto que ofrece un carácter distintivo entre las dos electricidades; diferencia que atribuye Tremery á la mayor resistencia que opone el aire al movimiento del fluido negativo.

299. Los efectos químicos de la electricidad estática son muy limitados si se comparan con los de la electricidad dinámica. Sin embargo, la chispa eléctrica favorece la combinación del hidrógeno con el oxígeno, y la del hidrógeno con el cloro, descomponen parcial y totalmente algunas combinaciones gaseosas, como el hidrógeno carbonado, el amoníaco y el hidrógeno sulfurado, y puede no solo descomponer el agua, sino tambien algunas sustancias salinas, segun las observaciones de Faraday.

### LECCION LXXIX.

#### Influencia de los cuerpos terminados en punta.—Aplicacion á los pararrayos.

300. Cuando se atornilla una punta metálica muy aguda al conductor de la máquina eléctrica se observa que es absolutamente imposible cargarle de electrici-

dad, pues que, á medida que el fluido se desarrolla por la rotacion del disco, se disipa por la punta formando el penacho luminoso visible en la oscuridad, de que hemos hablado en la leccion anterior. Si hacemos comunicar la punta con el depósito comun, y se coloca á poca distancia del conductor de la máquina, tampoco conseguiremos que éste se cargue de fluido eléctrico; en este caso la electricidad del conductor descomponese por influencia la electricidad natural de la punta, rechaza la del mismo nombre y atrae la de nombre contrario, la cual, acumulándose en la punta, se escapa al través del aire, y neutraliza la del conductor.

De todas las teorías propuestas para explicar los poderosos efectos que producen las puntas, no hay ninguna comparable con la que los hace depender de la manera como se distribuye la electricidad libre en la superficie de los buenos conductores. Coulomb ha demostrado que si se electrizan simultáneamente una serie de esferas iguales, colocadas á continuacion unas de otras, de modo que sus ejes se encuentren en linea recta, la tension eléctrica va aumentando á medida que nos aproximamos á las extremidades de la serie. Una disposicion análoga se verifica en un conductor cilíndrico terminado por dos porciones de esfera, como hemos manifestado en la leccion 76; pero la diferencia es todavía mas notable si en vez de servirnos de esferas iguales nos servimos de una serie de ellas, cuyos diámetros vayan disminuyendo sucesivamente. Se concibe en efecto que la esfera menor colocada en la extremidad de la serie debe contener una cantidad de electricidad bastante grande para contrarestar la acción repulsiva que desarrolla sobre ella el fluido esparcido sobre las demas partes del sistema. A medida que esta esfera tenga un diámetro menor, las partículas eléctricas estarán mucho mas próximas, y por consecuencia la tension del fluido eléctrico será mucho mas considerable. Si en lugar de esferas nos servimos de un elipsoide de revolucion, el espesor de la capa eléctrica no será el mismo en los diferentes puntos de su superficie, aun cuando el fluido eléctrico se dirija hácia el centro y se esparza del mismo modo, pues cuando llegue á las extremidades *a* y *b* de los ejes menores (fig. 157) refluirá hácia las extremidades *c* y *d* de los ejes mayores; por consecuencia, para que haya equilibrio es preciso que los espesores eléctricos en *c* y en *a* tengan la misma relacion que los rádios vectores *nc* y *na*. Las tensiones en los mismos puntos son entre sí como los cuadrados de *nc* y *na*; luego si *nc* le suponemos igual á 100 veces *na*, la presion en el punto *c* será 10000 veces mayor que en *a*.

Por último, si empleamos en estos experimentos un cono conductor, la electricidad se distribuirá de una manera análoga, aumentando el espesor eléctrico desde la base al vértice, en cuyo punto es tan considerable la tension que vence la resistencia del aire.

De lo dicho resulta, que podemos considerar una punta muy aguda como el polo de un elipsoide de revolucion muy prolongado, en el cual acumulándose el fluido eléctrico adquiere una tension capaz de vencer la resistencia del aire, y de aquí la influencia de las puntas, y su aplicacion á la construccion de los pararrayos, descubiertas por Franklin antes que se explicasen teóricamente.

301. Los pararrayos son grandes varillas metálicas, colocadas en lo alto de los

edificios, y que comunican con la tierra por conductores de la misma naturaleza, y sin soluciones de continuidad.

Cuando una nube cargada de electricidad pasa por su inmediacion, el pararrayos se electriza por influencia. La electricidad de naturaleza contraria á la de la nube se acumula en la punta, y la otra es rechazada al depósito comun. La primera se escapa continuamente por la punta y neutraliza las mas veces sin explosion la electricidad libre de la nube tempestuosa.

Ya hemos dicho que los pararrayos deben terminar en puntas agudas; esta condicion es importante para que la influencia se extienda á la mayor distancia posible, y que pueda neutralizarse la nube antes de que se coloque á la distancia explosiva. Réstanos ahora examinar los detalles de construccion necesarios para que los pararrayos llenen exactamente el objeto á que se los destina.

Es necesario que la punta no pueda oxidarse por el contacto del aire, ni fundirse fácilmente por descargas eléctricas; porque si la punta se redondea, ó por la oxidacion, ó por la fusion, atraería la nube ó provocaría las explosiones que se quiere evitar, pero que sin embargo no serian peligrosas. La punta debe, pues, ser de platino, metal inoxidable, al aire y muy difícil de fundirse. Se hace terminar la varilla de hierro, cuya longitud es de 9 metros, por otra de cobre de 0.<sup>m</sup>50, á la extremidad de la cual se suelda con plata una aguja de platino de 0.<sup>m</sup>05 de longitud.

La parte inferior de la varilla debería estar aislada del edificio y no comunicar mas que con el conductor; pero este aislamiento sería difícil de ejecutar y conservar. Afortunadamente no es indispensable, porque la electricidad sigue siempre con preferencia los buenos conductores. Así, pues, se podrá fijar la parte inferior de la varilla á una de las piezas de la armadura del techo.

El conductor, por medio del cual comunica la varilla con el suelo, debe dirigirse por el camino mas corto, no tener soluciones de continuidad y sumergirse en un pozo; ó en un sitio húmedo, con el objeto de que la comunicacion sea mas pronta. Si el terreno fuese seco es necesario hacer descender al conductor cuatro ó cinco varas en la tierra, y rodearle de carbon calcinado, siendo preferible el coke por ser mejor conductor. Esta parte del conductor que se sumerge en la tierra debe ramificarse con el objeto de que la comunicacion con el depósito comun se extienda todo lo posible.

La varilla y los conductores deben tener dimensiones suficientes para que no puedan fundirse por descargas eléctricas. La experiencia ha demostrado que basta dar á la parte inferior de la varilla un diámetro de 0.<sup>m</sup>05, y á los conductores 0.<sup>m</sup>025.

La dificultad de formar el conductor con barras de hierro ha hecho que se reemplacen éstas con cuerdas de alambre de este metal de 7 á 8 líneas de diámetro, y para evitar la oxidacion se les cubre con una capa de brea.

Cuando el edificio contiene piezas metálicas un poco considerables, tales como canalones &c., es necesario hacerlas comunicar con el conductor, y si hay varios pararrayos se establece un conductor para cada par.

Finalmente, se colocan algunas veces sobre el edificio varillas horizontales, mas ó menos inclinadas, que comunican con el conductor, y que sirven para preservar al edificio de la acción de nubes tempestuosas que los vientos pudieran arrojar sobre sus paredes.

La distancia á que un pararrayos extiende su acción no es exactamente conocida, y depende de varias circunstancias locales; sin embargo, segun las observaciones de Charles, una varilla aguda protege contra el rayo un espacio circular, cuyo radio es doble de su altura. Si el edificio tiene grandes dimensiones es necesario colocar varios pararrayos, y su distancia debe ser cuatro veces mayor que su altura. Cualquiera que sea el número de pararrayos colocados sobre un edificio, se los fija estableciendo una comunicacion íntima entre los pies de todas las varillas por medio de barras de hierro de las mismas dimensiones que los conductores.

### LECCION LXXX.

#### Electricidad atmosférica; sus orígenes.—Fenómenos que produce.—Granizo.

302. Estudiados ya los violentos efectos producidos por las descargas de las baterías eléctricas, no deben admirarnos los que producen los rayos en las grandes tempestades, puesto que son debidos, como los de las baterías, á una fuerte descarga eléctrica.

La identidad del rayo con la electricidad fué sospechada á un mismo tiempo por varios físicos; pero Franklin, despues de observar el efecto de las puntas, sospechó que una varilla de hierro, colocada sobre un edificio, podria extraer la electricidad de los nublados.

Dalibard fué el primero en Francia que comprobó esta conjetura, haciendo construir una cabaña que tenia una varilla de hierro de 17 pies de longitud, aislada por la parte inferior. Cuando pasó por cerca de esta cabaña una nube tempestuosa dió la barra chispas muy vivas aproximando un cuerpo conductor, con las cuales se cargaron botellas de Leyden; y se observó que la electricidad de la nube era enteramente igual á la que se producía con la máquina eléctrica, y que unas veces era positiva y otras negativa.

Poco tiempo despues Franklin, que ignoraba los experimentos de Dalibard, construyó una cometa armada con una punta en su extremidad, y la lanzó cerca de Filadelfia á una nube tempestuosa.

El primer indicio de electricidad que obtuvo fué la elevacion de los filamentos de cáñamo esparcidos por la torsion de la cuerda; pero luego que una ligera lluvia mojó la cuerda de cáñamo y aumentó su conductibilidad, pudo, aproximando un dedo á la cuerda, sacar chispas vivísimas, con las cuales inflamó el alcohol y cargó botellas de Leyden.

En la misma época Romas, que cultivaba la física en Lila, lanzó hácia una nube tempestuosa una cometa cubierta de tafetan, de siete pies y medio de largo so-

bre tres de ancho, armada de una varilla de hierro puntiaguda; la cuerda estaba entretrejida con un hilo metálico hasta cierto punto, y el resto era un cordón de seda destinado á preservar al observador que la tenia en la mano. Se sacaron chispas de diez pies de longitud aplicando un excitador aislado con dos mangos de vidrio, y de dos piés de largo, haciendo comunicar una de sus extremidades con el suelo.

Todos estos experimentos son sumamente peligrosos, habiendo producido violentas conmociones á varios físicos, y la muerte al célebre Richman, profesor de física en San Petersburgo.

303. No solamente las nubes están frecuentemente cargadas de electricidad, sino que el aire atmosférico lo está tambien aun en los dias serenos. El aparato que comunemente se usa para reconocer la electricidad de la atmósfera se reduce á un electróscopo de pajas ó panes de oro armado de una varilla metálica bastante larga y terminada en punta, y cuya campana está graduada de manera que permite medir la divergencia de los conductores móviles.

Los experimentos hechos por Saussure, Gay-Lussac y Arago con este aparato han dado los resultados siguientes.

Cuando el cielo está sereno existe siempre en la atmósfera un exceso de electricidad positiva libre. Esta electricidad no empieza á ser sensible en campo raso, sino á tres ó cuatro pies sobre el nivel del terreno, aumentando de intensidad á medida que nos elevamos en la atmósfera. Se demuestra esto último atando á la varilla del electróscopo por medio de un hilo de seda recubierto de oropel el hierro de una flecha, y lanzando ésta en la direccion vertical. A medida que la flecha se eleva se observa un aumento de divergencia en los panes de oro del electróscopo. Si la flecha se lanza horizontalmente la divergencia no tiene lugar de una manera sensible, lo que prueba que el efecto obtenido en el primer caso proviene de la electricidad atmosférica, y no del rozamiento de la flecha contra el aire, como pudiera creerse.

La electricidad positiva de la atmósfera en los dias serenos experimenta variaciones diurnas en su intensidad, siendo mas fuerte en invierno que en estio. Saussure ha observado tambien que la electricidad es mas abundante en los sitios elevados, y nula en las casas, en las calles, sobre los árboles, en los patios, y en general en los sitios abrigados; pero que ya es sensible sobre los puentes y plazas de las ciudades. Finalmente, en tiempos tempestuosos la electricidad del aire cambia á cada instante de signo y de intensidad.

304. Las circunstancias que contribuyen á la produccion de la electricidad atmosférica son la evaporacion y la vegetacion. En efecto, Pouillet ha demostrado que la evaporacion del agua pura no altera jamas el equilibrio de los fluidos eléctricos; pero si este liquido contiene en disolucion sustancias extrañas, como ácidos, álcalis ó sales, aun en cantidades pequeñas, al desprenderse el vapor acuoso arrastra consigo una cantidad de electricidad libre, la cual puede hacerse sensible por medio del electrómetro condensador. Esta electricidad es siempre positiva si la disolucion es ácida ó salina, y negativa si la disolucion es alcalina, en tanto que el

Finalmente, se colocan algunas veces sobre el edificio varillas horizontales, mas ó menos inclinadas, que comunican con el conductor, y que sirven para preservar al edificio de la acción de nubes tempestuosas que los vientos pudieran arrojar sobre sus paredes.

La distancia á que un pararrayos extiende su acción no es exactamente conocida, y depende de varias circunstancias locales; sin embargo, segun las observaciones de Charles, una varilla aguda protege contra el rayo un espacio circular, cuyo radio es doble de su altura. Si el edificio tiene grandes dimensiones es necesario colocar varios pararrayos, y su distancia debe ser cuatro veces mayor que su altura. Cualquiera que sea el número de pararrayos colocados sobre un edificio, se los fija estableciendo una comunicacion íntima entre los pies de todas las varillas por medio de barras de hierro de las mismas dimensiones que los conductores.

### LECCION LXXX.

#### Electricidad atmosférica; sus orígenes.—Fenómenos que produce.—Granizo.

302. Estudiados ya los violentos efectos producidos por las descargas de las baterías eléctricas, no deben admirarnos los que producen los rayos en las grandes tempestades, puesto que son debidos, como los de las baterías, á una fuerte descarga eléctrica.

La identidad del rayo con la electricidad fué sospechada á un mismo tiempo por varios físicos; pero Franklin, despues de observar el efecto de las puntas, sospechó que una varilla de hierro, colocada sobre un edificio, podria extraer la electricidad de los nublados.

Dalibard fué el primero en Francia que comprobó esta conjetura, haciendo construir una cabaña que tenia una varilla de hierro de 17 pies de longitud, aislada por la parte inferior. Cuando pasó por cerca de esta cabaña una nube tempestuosa dió la barra chispas muy vivas aproximando un cuerpo conductor, con las cuales se cargaron botellas de Leyden; y se observó que la electricidad de la nube era enteramente igual á la que se producía con la máquina eléctrica, y que unas veces era positiva y otras negativa.

Poco tiempo despues Franklin, que ignoraba los experimentos de Dalibard, construyó una cometa armada con una punta en su extremidad, y la lanzó cerca de Filadelfia á una nube tempestuosa.

El primer indicio de electricidad que obtuvo fué la elevacion de los filamentos de cáñamo esparcidos por la torsion de la cuerda; pero luego que una ligera lluvia mojó la cuerda de cáñamo y aumentó su conductibilidad, pudo, aproximando un dedo á la cuerda, sacar chispas vivísimas, con las cuales inflamó el alcohol y cargó botellas de Leyden.

En la misma época Romas, que cultivaba la física en Lila, lanzó hácia una nube tempestuosa una cometa cubierta de tafetan, de siete pies y medio de largo so-

bre tres de ancho, armada de una varilla de hierro puntiaguda; la cuerda estaba entretrejida con un hilo metálico hasta cierto punto, y el resto era un cordón de seda destinado á preservar al observador que la tenia en la mano. Se sacaron chispas de diez pies de longitud aplicando un excitador aislado con dos mangos de vidrio, y de dos piés de largo, haciendo comunicar una de sus extremidades con el suelo.

Todos estos experimentos son sumamente peligrosos, habiendo producido violentas conmociones á varios físicos, y la muerte al célebre Richman, profesor de física en San Petersburgo.

303. No solamente las nubes están frecuentemente cargadas de electricidad, sino que el aire atmosférico lo está tambien aun en los dias serenos. El aparato que comunemente se usa para reconocer la electricidad de la atmósfera se reduce á un electróscopo de pajas ó panes de oro armado de una varilla metálica bastante larga y terminada en punta, y cuya campana está graduada de manera que permite medir la divergencia de los conductores móviles.

Los experimentos hechos por Saussure, Gay-Lussac y Arago con este aparato han dado los resultados siguientes.

Cuando el cielo está sereno existe siempre en la atmósfera un exceso de electricidad positiva libre. Esta electricidad no empieza á ser sensible en campo raso, sino á tres ó cuatro pies sobre el nivel del terreno, aumentando de intensidad á medida que nos elevamos en la atmósfera. Se demuestra esto último atando á la varilla del electróscopo por medio de un hilo de seda recubierto de oropel el hierro de una flecha, y lanzando ésta en la direccion vertical. A medida que la flecha se eleva se observa un aumento de divergencia en los panes de oro del electróscopo. Si la flecha se lanza horizontalmente la divergencia no tiene lugar de una manera sensible, lo que prueba que el efecto obtenido en el primer caso proviene de la electricidad atmosférica, y no del rozamiento de la flecha contra el aire, como pudiera creerse.

La electricidad positiva de la atmósfera en los dias serenos experimenta variaciones diurnas en su intensidad, siendo mas fuerte en invierno que en estio. Saussure ha observado tambien que la electricidad es mas abundante en los sitios elevados, y nula en las casas, en las calles, sobre los árboles, en los patios, y en general en los sitios abrigados; pero que ya es sensible sobre los puentes y plazas de las ciudades. Finalmente, en tiempos tempestuosos la electricidad del aire cambia á cada instante de signo y de intensidad.

304. Las circunstancias que contribuyen á la produccion de la electricidad atmosférica son la evaporacion y la vegetacion. En efecto, Pouillet ha demostrado que la evaporacion del agua pura no altera jamas el equilibrio de los fluidos eléctricos; pero si este liquido contiene en disolucion sustancias extrañas, como ácidos, álcalis ó sales, aun en cantidades pequeñas, al desprenderse el vapor acuoso arrastra consigo una cantidad de electricidad libre, la cual puede hacerse sensible por medio del electrómetro condensador. Esta electricidad es siempre positiva si la disolucion es ácida ó salina, y negativa si la disolucion es alcalina, en tanto que el

ácido y el álcali quedan constantemente con las electricidades de nombre contrario. Ahora bien, como las aguas que se encuentran en la superficie de la tierra contienen siempre en disolución sustancias salinas, su continua evaporacion debe comunicar al aire una gran cantidad de electricidad positiva.

Respecto á la vegetacion, los experimentos del mismo físico demuestran que las plantas bajo la influencia de la luz descomponen el ácido carbónico del aire, absorben el carbono, y emiten el oxígeno, el cual se desprende siempre cargado de una cantidad notable de electricidad positiva.

305. Lo que precede explica el estado eléctrico del aire en los tiempos serenos; pero falta explicar la formacion de las nubes tempestuosas, y las variaciones de electricidad que experimentan.

Conduciendo el vapor de agua el fluido eléctrico con mas facilidad que el aire seco, se concibe que al reunirse los vapores para formar las nubes deben arrastrar consigo una gran parte de la electricidad que se encuentra en el espacio en que están diseminadas. Estas nubes no se hacen tempestuosas hasta tanto que han adquirido suficiente densidad para que el fluido eléctrico, que en un principio permanecia alrededor de cada glóbulo, se reuna en totalidad en la superficie de la nube.

Respecto á la electricidad negativa, de que están algunas veces cargadas las nubes, debe provenir indudablemente de la accion que por influencia ejercen las nubes positivas colocadas sobre ellas, mientras las primeras comunican con el depósito comun por las rocas, por los árboles ó por los vapores.

306. Cuando una nube tempestuosa pasa por encima de la superficie de la tierra, ejerce una accion por influencia sobre todos los cuerpos colocados en su esfera de actividad. Si la nube se aleja sin explosion, los cuerpos electrizados por influencia vuelven á recobrar su estado natural sin experimentar ningun efecto; pero si la electricidad de la nube se combina, por medio de un relámpago, con la electricidad contraria de un cuerpo situado en la superficie de la tierra, este cuerpo es herido por el rayo.

Finalmente, cuando el relámpago tiene lugar entre la nube tempestuosa y otra mas ó menos próxima, ó entre una de las extremidades de la primera y un cuerpo colocado en la superficie del suelo, la influencia de la nube cesa de repente, y los cuerpos á quienes el rayo no ha tocado recobran instantáneamente su estado natural. De aquí una recomposicion súbita de los fluidos, ó un choque llamado de *retroceso*, cuyos efectos, aunque menos temibles que los del choque directo, son sin embargo, en algunos casos, bastante violentos para causar la muerte de los hombres y de los animales. Segun esto el rayo no es una cosa que cae como vulgarmente se cree, porque la electricidad no se trasporta nunca de un extremo á otro del relámpago; sus efectos son únicamente debidos á una serie de descomposiciones y recomposiciones que se verifican en las moléculas eléctricas de la nube, del cuerpo, y del fluido que los separa.

El rayo se dirige siempre con preferencia á los cuerpos buenos conductores y á los mas próximos á la nube tempestuosa, como los edificios elevados, los campanarios y los árboles, cuyas hojas y ramas hacen hasta cierto punto el oficio de puntas,

y cuyas raíces se introducen á bastante profundidad en el suelo. La imperfecta conductibilidad de estos cuerpos nos obliga á considerarlos como asilos peligrosos, porque no encontrando el fluido eléctrico un paso fácil al través de ellos, se separa de su direccion, trasladándose á los cuerpos conductores que se encuentran en sus inmediaciones. Este fenómeno se verifica muy especialmente en los campanarios y mucho mas á causa de la preocupacion tan generalmente extendida en las poblaciones pequeñas de tocar las campanas para conjurar la nube.

Cuando el rayo atraviesa el cuerpo de los animales produce lesiones en sus órganos, y muy principalmente en el sistema vascular, atribuyéndose á esta causa la pronta putrefaccion de los cadáveres; sin embargo, el rayo no siempre mata á los animales sobre quienes se dirige, la electricidad puede en algunos casos deslizarse sobre la superficie de los cuerpos sin penetrar en ellos, produciendo á lo mas en ella quemaduras ó escaras mas ó menos profundas. Un simple vestido de seda suele ser las mas veces un preservativo suficiente contra sus estragos.

El rayo puede además fundir y volatilizar los metales, reduce á fragmentos pequeños los cuerpos malos conductores, inflama las sustancias combustibles, produciendo en algunos casos incendios de consideracion, rompe los espejos, hiende los muros, arranca y transporta piedras á bastante distancia, y vitrifica las sustancias minerales sobre quienes se dirige; finalmente, por caprichosos que parezcan sus efectos pueden sin embargo, referirse todos á los principios primitivamente establecidos.

307. Entre los fenómenos que acompañan á las tempestades hay uno que las mas veces produce estragos temibles; tal es el granizo. Este meteoro precede á las lluvias de las tempestades, muchas veces las acompaña, y rara vez cae después. Las nubes que le despiden están generalmente poco elevadas, son de un color gris ceniciento, y tienen sus bordes escotados. La duracion de este meteoro es muy corta, pues que rara vez llega á un cuarto de hora; sin embargo, la cantidad que cae en tan corto tiempo suele ser en extremo grande; ordinariamente se verifica de dia, y su caida va por lo general acompañada de fenómenos eléctricos.

Dos son las dificultades principales que se presentan para dar una explicacion satisfactoria de la formacion del granizo: consiste la primera en averiguar de la manera cómo se produce el frio que congela el agua, y la segunda en explicar cómo un granizo voluminoso, que ha adquirido un peso bastante considerable para caer á la superficie de la tierra, permanece todavía suspendido en el aire por bastante tiempo.

Volta, para resolver la primera dificultad, suponía que las nubes tempestuosas en razon á su espesor absorbían casi en totalidad los rayos solares; que esta absorcion daba lugar á una evaporacion rápida, y que esta misma evaporacion era la causa del frio. Pero Bellani ha hecho ver la insuficiencia de esta razon, porque el frio necesario para congelar el agua supone una evaporacion muy rápida; y esta evaporacion, bien que se produzca por el calor radiante ó por el recibido en el contacto, no puede verificarse sin que el líquido se caliente en vez de enfriarse.

El mismo Volta resolvía la segunda dificultad, y explicaba el aumento de volumen que experimenta el granizo de la manera siguiente. Suponia dos nubes car-

gadas de electricidad contraria, inmediatas una á otra, de las cuales la mas elevada contenia los granizos ya formados; estos pequeños granizos de la nube superior tienden á caer en virtud de su peso, y son rechazados por la nube inferior tan luego como se han repartido su electricidad. La nube superior los atrae y rechaza del mismo modo, y en este movimiento reiterado de una nube á otra, encontrando los granizos vapor acuoso, le condensan y aumentan de volúmen por capas concéntricas, hasta que la accion de la gravedad los hace caer. El ruido que siempre precede á la caída del granizo, parecido al choque de los cuerpos duros agitados por movimientos rápidos, apoya la teoría de Volta. Pero no se concibe cómo no se verifica la explosion entre las dos nubes cargadas de electricidad contraria estando tan próximas y con una tension eléctrica capaz de sostener y elevar masas de hielo cuyo peso llega á veces hasta una libra.

Vemos pues que si estas objeciones no destruyen la teoría de Volta, pueden por lo menos hacernos dudar de ella; y aun cuando posteriormente Lecoq ha presentado otra nueva, no está tampoco al abrigo de objeciones, siendo por consecuencia necesario, para explicar este fenómeno en todos sus detalles, hacer nuevas y numerosas observaciones.

### LECCION LXXXI.

#### Electricidad desenvuelta por calor y por presion.

308. El primer experimento que condujo á reconocer la presion como uno de los medios de desarrollar la electricidad se debe á Libes. Este físico descubrió que comprimiendo un disco metálico aislado contra un tafetan engomado adquiria éste la electricidad positiva y el disco metálico la negativa. La electricidad desenvuelta en este experimento no puede atribuirse á la frotacion del disco sobre el tafetan, porque en este caso adquiere este último la electricidad negativa. Posteriormente Hahý ha llegado á desarrollar la electricidad en un gran número de cuerpos de superficies lisas y pulimentadas, y en circunstancias tales que el fenómeno no puede atribuirse mas que á la presion. Así pues, comprimiendo entre los dedos un fragmento de espato de Islandia, de caras paralelas, adquiere una carga bastante considerable de electricidad positiva; observándose el mismo fenómeno en la cal fluatada, en la mica, en el topacio y en otras varias sustancias.

Becquerell se sirve para estudiar el desarrollo de la electricidad por presion de dos discos aislados, los cuales somete á una presion mútua é instantánea. Un solo contacto es suficiente para desenvolver en ellos una electricidad apreciable al electrómetro; pero repitiendo los contactos, y sobre todo aumentando la presion, la carga eléctrica se hace bastante enérgica para atraer los cuerpos ligeros. Este físico ha observado tambien que dos cuerpos aislados, de los que uno es poco conductor se constituyen siempre por la presion en dos estados eléctricos diferentes, y que la especie de electricidad adquirida por un cuerpo depende de la naturaleza de aquél contra el cual se oprime; así pues un disco de corcho oprimido sobre el espato de Islandia, la cal fluatada, y el yeso adquiere la electricidad negativa, en tanto que

se electriza positivamente sobre el cobre, el zinc y otras sustancias. Cuando uno de los cuerpos no está aislado y es buen conductor pierde su fluido, y solo el otro es el que da señales de electricidad.

309. El desarrollo de la electricidad por presion está modificado por varias circunstancias, tales como la naturaleza de los cuerpos, el estado de su superficie, la temperatura, el grado de presion y la velocidad de separacion.

Los cuerpos buenos conductores conservan muy poca electricidad despues de su separacion, perdiéndola completamente si poseen una conductibilidad perfecta. La cantidad de fluido eléctrico, desarrollada por la presion, depende en gran parte de la elasticidad; lo cual se prueba fácilmente comprimiendo un disco de corcho sobre una fruta mas ó menos seca, una naranja por ejemplo.

El estado de la superficie de los cuerpos influye notablemente sobre la electricidad por presion; el espato de Islandia si está pulimentado conduce muy mal el fluido eléctrico; pero cuando su superficie es escabrosa adquiere bastante conductibilidad, siendo en este caso necesario aislarle para que conserve la electricidad despues de la presion. El agua higrométrica que recubre la superficie de los cuerpos impide con frecuencia que estos conserven la propiedad eléctrica despues de la separacion; así pues es necesario cuidar de secarlos lo mejor posible antes de someterlos á los experimentos.

La temperatura ejerce una gran influencia en el desarrollo de la electricidad por presion; el espato de Islandia, que como hemos visto adquiere por la presion la electricidad positiva, toma la negativa cuando su temperatura se ha elevado lo suficiente. Los cuerpos de la misma naturaleza, comprimidos, rara vez se electrizan; pero cuando uno de ellos se calienta, se encuentran ambos, despues de la separacion, electrizados de diferente modo; pero si la presion permanece hasta que se haya establecido el equilibrio de temperatura, los cuerpos no aparecen electrizados despues de su separacion.

Por último, la velocidad de separacion influye tambien notablemente sobre estos fenómenos; la cantidad de electricidad crece con la presion, siendo proporcional á ésta, siempre que la presion no exceda de cierto límite; si disminuye con lentitud, las electricidades separadas volverán á combinarse con tanta mas facilidad cuanto mas lentamente se verifique la separacion y mayor sea la facultad conductriz de los cuerpos; así, pues, se obtiene siempre una tension eléctrica tanto mas grande cuanto mas rápida sea la separacion.

310. Los cuerpos electrizados por presion conservan por bastante tiempo sus propiedades eléctricas. La cal carbonatada es, bajo este punto de vista, la sustancia mas notable, pues que posee esta facultad despues de once dias, por pequeña que sea la fuerza comprimente á que se la haya sujetado.

En esta propiedad está fundado el electrómetro de Hahý, reducido á un hilo metálico muy fino, terminado en una de sus extremidades por un pequeño prisma de espato de Islandia, y provisto hácia su parte media de una chapa de ágata que se coloca sobre un pivote. Conservando este electrómetro perfectamente su fuerza primitiva, es uno de los mas sencillos y mas cómodos para averiguar la especie

de electricidad de los cuerpos y comparar aproximadamente sus tensiones eléctricas.

311. Existen algunos fenómenos que tienen ó parecen tener analogía con los anteriores. Cuando se separan en la oscuridad dos láminas de mica se nota un desprendimiento de luz; y si antes de la separacion se fijan las láminas á dos cuerpos aisladores, cada una de ellas se encuentra electrizada de diferente modo. La cal sulfatada presenta el mismo fenómeno, pero para observarlo es preciso privarla de su agua higrométrica y elevar la temperatura; separando las hojas de un naipe dan tambien resultados análogos. Sin embargo, el desarrollo de electricidad por esfoliacion no parece convenir, salvo algunas excepciones, sino á sustancias cristalizadas regularmente, porque los fragmentos de un cilindro de vidrio ó de resina no poseen electricidad ninguna.

Finalmente, produciendo el choque entre dos cuerpos una compresion rápida, debe necesariamente desarrollar electricidad, siendo probable que la luz que le acompaña algunas veces provenga de la combinacion repentina de las electricidades separadas por la presion.

312. Ya hemos visto que el calor tiene una gran influencia sobre la electricidad desarrollada por la presion y por el frotamiento; pero ademas este agente obra por sí solo sobre ciertos cuerpos cristalizados para separar las dos electricidades, las cuales se reunen principalmente en las dos extremidades del cristal donde adquieren tensiones iguales, pero signos contrarios.

Este fenómeno se observa perfectamente en la turmalina, calentándola y presentando sucesivamente sus dos extremidades á un péndulo pequeño, el cual será atraído por ambos lados si está en su estado natural; pero será atraído por uno y repelido por otro si le hemos comunicado previamente cualquiera de las dos electricidades.

Si queremos descubrir las mas pequeñas señales de polaridad eléctrica en las turmalinas, se suspende una de éstas á un hilo de seda sin torsion; se la rodea con un cilindro de cristal, abierto por ambos lados, y se hace apoyar la extremidad inferior del cilindro sobre una lámina metálica, que se calienta por medio de una lámpara de alcohol. Un termómetro colocado en el cilindro á la misma altura que la turmalina sirve para indicar la temperatura; y para reconocer la especie de electricidad que se desenvuelve en el cristal, se introduce por la parte superior del cilindro un cuerpo débilmente electrizado, sostenido por un mango aislador, el cual se presenta á los dos extremos de la turmalina.

313. De la multitud de experimentos hechos por varios físicos, y últimamente por Becquerell, resulta:

1º Que no todas las turmalinas adquieren la electricidad por el calor, aun cuando sean del mismo criadero; y que hay otras que no la adquieren sino por una elevacion muy rápida de temperatura.

2º Que para cada turmalina hay dos límites de temperatura, entre los cuales se verifican los fenómenos eléctricos; encima del límite superior y debajo del inferior no se manifiesta el desarrollo de los polos. Estos límites son ordinariamente 10 y

150º para turmalinas de la misma dimension; pero varían con la longitud, de éstas y las dimensiones trasversales del cristal.

3º La electricidad polar no se manifiesta sino cuando la turmalina se calienta ó se enfria en toda su extension. Cuando su temperatura permanece estacionaria la polaridad desaparece; y cuando se calienta ó se enfria una de sus extremidades solamente la turmalina no posee mas que una especie de electricidad. Los polos eléctricos, que se manifiestan cuando la temperatura se eleva, cambian de naturaleza cuando el cuerpo se enfria.

4º Si cuando una turmalina está electrizada por el calor se la corta en dos ó mas pedazos, cada uno de ellos posee la propiedad de adquirir dos polos por el calor.

5º Cuando una turmalina se ha electrizado por la accion del calor, no pierde su electricidad por el contacto de los cuerpos conductores.

6º Finalmente, se ha observado que las turmalinas que mejor se electrizan por el calor son las transparentes, y que el extremo que contiene mayor número de facetas es el que adquiere la electricidad positiva por enfriamiento.

314. El desarrollo de la electricidad por el calor se reconoció desde luego en la turmalina; pues parece que desde un tiempo inmemorial se habia observado en la India y en la isla de Ceylan que echada esta piedra en el fuego adquiria la propiedad de atraer las cenizas. Esta clase de piedras ha sido por mucho tiempo muy rara en Europa, pero al presente es muy comun, especialmente desde que se descubrió en España una formacion que contiene grandes cantidades.

Los cristales electrizables por el calor son numerosos, contándose entre ellos el diamante, el azufre, el granate, la esmeralda &c.

Los fenómenos que presenta la turmalina, y que probablemente ofrecerán todas as otras sustancias electrizables por el calor, no pueden explicarse satisfactoriamente en el estado actual de la ciencia.

## LECCION LXXXII.

### Electricidad voltaica.—Diferentes especies de pilas.

315. En 1789 estando Galvani, médico y profesor de Bolonia, preparando una rana para hacer varios experimentos, observó que poniendo en contacto los músculos y los nervios por medio de un arco metálico experimentaban estos órganos violentas convulsiones. Galvani atribuía este efecto á la existencia y desarrollo instantáneo de los dos fluidos eléctricos existentes en la rana, asemejando ésta á una botella de Leyden; cuyas armaduras suponía él que fuesen los músculos y los nervios, verificándose la descarga tan luego como se ponian en comunicacion por medio de un cuerpo conductor. Volta, por el contrario, habiendo repetido los mismos experimentos, y considerando que las convulsiones eran mas violentas cuando la comunicacion entre los nervios y los músculos se establecia con dos me-

tales heterogéneos puestos en contacto, se atrevió á afirmar que la electricidad observada en los fenómenos galvánicos se desarrollaba únicamente por el contacto de los metales heterogéneos, y que las ranas no hacían otro papel que el de electros copos, muy sensibles para apreciar pequenísimas cantidades de fluido eléctrico.

Es preciso confesar que semejante idea es una de las más atrevidas, mas notables y fecundas que ha habido en las ciencias.

Volta, empleando su electrómetro condensador, probó además por experimentos directos que el contacto de dos cuerpos heterogéneos, y sobre todo de dos metales, da lugar á un desarrollo de electricidad. Estos experimentos se hacen de la manera siguiente. Despues de secar perfectamente el aparato se pone el platillo inferior en contacto con una lámina de zinc que comunica con el suelo por medio de la mano, y se toca al propio tiempo el platillo superior con los dedos húmedos. Verificado el contacto se suprimen las comunicaciones, y al levantar el platillo superior se observa una divergencia en los panes de oro, la cual es debida indudablemente á la electricidad negativa, puesto que aproximando al electrómetro una barra de lacre frotada, aumenta la divergencia de los conductores móviles. La electricidad desenvuelta en este experimento no puede atribuirse al frotamiento ó á la presión del zinc con el cobre, porque no se obtiene efecto alguno en los panes de oro del electrómetro cuando se sustituye á la lámina de zinc otra de cobre. Volta dedujo de estos experimentos que en el contacto de los dos metales heterogéneos se desarrolla una fuerza que, descomponiendo su fluido natural, dirige el fluido positivo al zinc y el negativo al cobre del platillo del electrómetro, donde se acumula en cantidad suficiente para producir la divergencia de las láminas de oro.

La causa, sea cual fuere, que hace que se desenvuelva electricidad en el contacto de las sustancias heterogéneas, es lo que Volta llama *fuerza electromotriz*. Esta fuerza tiene origen en el contacto, reside en las superficies unidas de las dos placas, produce la descomposicion de los fluidos naturales, ó impide su recomposicion. Por el primer efecto del fluido vítreo es como hemos dicho impedido al zinc, sobre cuya extension se dispersa en virtud de su propia repulsion; al paso que sucede lo mismo al fluido negativo sobre la placa de cobre. Por el segundo efecto, los fluidos contrarios se mantienen en presencia uno de otro á derecha é izquierda de la superficie de contacto, sin poder atravesar esta superficie y recomponerse en virtud de su atraccion mútua.

La fuerza electromotriz tiene un límite como obstáculo á la recomposicion; es decir, que no es capaz de retener cualquier carga de fluido positivo en el zinc, ó de fluido negativo en el cobre; así que cuando las cargas adquiridas naturalmente por el contacto ó dadas artificialmente lleguen á tener una fuerte tension, pueden atravesar la superficie de union para recombinarse; pero aun en este caso la fuerza electromotriz detiene ó fija la que puede fijar.

En la teoría de Volta se admite que representando por  $+a$  la tension del fluido positivo que se halla sobre el zinc, y por  $-a$  la tension del fluido negativo que se

encuentra sobre el cobre, la diferencia  $2a$  de las dos tensiones es constante, cualesquiera que sean las cantidades de fluido positivo ó negativo que contengan los metales.

Si uno de los cuerpos puestos en contacto comunica con el suelo, su tension será nula; pero la del otro se hará doble para que la diferencia algebraica  $2a$  de las dos tensiones sea siempre la misma.

Como causa de descomposicion, la fuerza electromotriz es instantánea y permanente; es permanente porque está siempre dispuesta á obrar tan luego como la tension no es la que debe ser para que exista el equilibrio galvánico; y es instantánea, porque no necesita mas que un instante inapreciable para hacer que la tension llegue á su maximum.

Las tensiones eléctricas, desenvueltas y retenidas por la fuerza electromotriz, no son las mismas en el contacto de todos los cuerpos; así, pues, se han dividido estos en *buenos y malos electromotores*.

Los metales son buenos electromotores, aunque se observan entre ellos diferencias muy marcadas; y aun cuando se dice generalmente que las otras sustancias no son electromotrices, porque producen en el condensador efectos muy poco sensibles; si se hacen los experimentos con aparatos mas delicados, se nota que desenvuelven tambien electricidad por el contacto, si bien las tensiones que producen son incomparablemente mas pequeñas ó débiles que las de los metales.

316. La pila de Volta se construye con tres cuerpos diferentes, dos de los cuales son metálicos y buenos electromotores, y el tercero, aunque no es metálico, es buen conductor y electromotor muy débil.

Los metales que se emplean con preferencia en su construccion son el zinc y el cobre. El primero constituye los elementos positivos de la pila, y el segundo los negativos; dos elementos de nombre contrario, reunidos ó soldados, es lo que se llama par. El cuerpo no metálico es el conductor, y está formado de un disco de paño ó de carton empapado en una disolucion ácida, compuesta de 1/60 de ácido nítrico y 1/40 de ácido sulfúrico; otras veces es la misma disolucion sin trapo ni carton, y finalmente en las pilas secas se emplea un conductor seco.

Esto supuesto, vamos á examinar con algún detenimiento la formacion de la pila. Concibamos una placa de cobre (fig. 158) ó un elemento electronegativo, que comunique con el suelo por un hilo conductor, y coloquemos sobre su superficie una placa de zinc de la misma dimension. En el momento que se verifica el contacto la fuerza electromotriz ejerce su accion, el fluido negativo que desenvuelve pasa al cobre y se marcha al depósito comun, y el fluido positivo, por el contrario, pasa sobre el zinc y se acumula en él hasta que haya adquirido la tension máxima que la fuerza electromotriz pueda retener.

Representando por una cantidad cualquiera esta tension, v. gr. por  $e$ , diremos que el cobre se encuentra en su estado natural, al paso que el zinc contiene una cantidad  $e$  de electricidad positiva. Si por cualquier medio quitamos al zinc una parte del fluido que contiene, no tendrá el espesor  $e$  que debe tener; pero la fuerza electromotriz le reproducirá al instante por un nuevo desarrollo, que reparará

exactamente la pérdida, y por un desarrollo igual de fluido negativo que se marchará al depósito comun. Si se coloca un disco húmedo encima del zinc, es evidente que el fluido positivo del zinc se dividirá con él; pero como la pérdida que experimenta se repara inmediatamente, la cantidad  $e$  será la misma que antes para el disco y para la placa. Lo mismo sucederá si colocamos una placa de cobre sobre el disco húmedo, supuesto que no existe fuerza electromotriz entre estos dos cuerpos. Pero si colocamos una segunda placa de zinc sobre la segunda placa de cobre, el fenómeno será mas complicado, y en este caso es donde se muestra el verdadero principio de la acumulacion de la electricidad de la pila.

Supongamos por un momento que la accion de la fuerza electromotriz se suspende en este segundo par: es evidente que entonces el zinc tomará una cantidad  $e$  de fluido positivo como le ha sucedido al disco húmedo y á la placa de cobre; pero en el momento en que la fuerza electromotriz empieza á obrar, la cantidad de fluido sobre este segundo zinc será  $2e$ , supuesto que debe haber siempre  $I$  de diferencia entre él y la placa de cobre con quien está en contacto. Al mismo tiempo el fluido negativo que se desenvuelve en el segundo cobre se destruirá por el fluido positivo que contenia, y se verificará en el primer par un nuevo desarrollo, por el cual el primer zinc, el disco de paño y el segundo cobre volverán á tener la cantidad  $e$  de fluido que antes tenian. Por medio de esta coordinacion el segundo zinc debe tener para estar en equilibrio una cantidad de fluido doble del que se encuentra en el primero.

El mismo raciocinio se aplica al tercer par y á los siguientes; solo que el tercer zinc tendrá  $3e$  de tension, el cuarto  $4e$ , el quinto  $5e$ , y así sucesivamente, encontrándose en este caso la pila cargada de electricidad positiva.

Si la pila se montase en sentido contrario, es decir, si el zinc comunicase con el suelo, la distribución de la electricidad seria la misma, solo que seria negativa.

Los dos extremos de la pila se llaman polos; siendo el positivo el terminado por el zinc, y el negativo el terminado por el cobre.

317. Si la pila, en lugar de comunicar con el suelo, estuviese aislada, se cargaría á expensas de sí misma de las dos electricidades; una mitad contendría la positiva y la otra mitad la negativa. Las tensiones de los discos igualmente distantes del centro serán iguales, é irán creciendo desde el medio, en donde será nula hasta las extremidades, en donde tendrá el maximum; porque si cuando se montan dos pilas iguales en sentido contrario comunicando por sus bases inferiores con el suelo, están en su estado natural los discos inferiores de naturaleza diferente, lo mismo sucederá si se supone que las pilas comuniquen por su parte inferior por medio de un buen conductor que no sea electromotor; por ejemplo, un disco de paño húmedo. En este caso se tendrá una pila, en cuyas dos mitades estará la electricidad repartida del mismo modo que en una pila que estuviese en contacto con el suelo; pero la tension de los polos será dos veces menor que en una pila del mismo número de elementos que comunicase por su extremidad con el suelo.

Esta explicacion está fundada ó reposa en dos hipótesis: la primera es que la diferencia de tension en los elementos es una cantidad constante, lo cual no está de-

mastrado; y la segunda que el líquido no obra mas que como conductor, lo cual no es exacto.

318. Si se reunen los dos polos de una pila por medio de un hilo conductor, los dos fluidos contrarios acumulados en las extremidades de la pila se recompondrán al través de este acumpo, y desaparecerá el equilibrio eléctrico en el aparato; pero á cada momento la fuerza electromotriz tenderá á reproducirle, y el hilo metálico que une los polos estará continuamente atravesado por dos corrientes contrarias, la una de electricidad positiva, la otra de electricidad negativa.

Desde este momento la electricidad deja de existir en la pila en el estado de tension, puesto que no es sensible á los electróscopos mas delicados. Antes que se reuniesen sus polos, la pila aislada obraba por atraccion ó por repulsion sobre los cuerpos electrizados que se la presentaban, producía chispas si su tension era suficiente, y aun podian cargarse con ella instantáneamente botellas de Leyden poniendo en comunicacion una de sus armaduras con el polo positivo y la otra con el negativo; pero en el momento que se reunen sus polos, todos estos fenómenos desaparecen para dar lugar á otros tanto ó mas sorprendentes, pudiendo citar entre ellos la incandescencia, fusion y aun volatilizacion de hilos metálicos muy finos, la desviacion de la aguja imantada, la descomposicion del agua, de los ácidos, de los óxidos y de las sales.

319. La pila de Volta se dispuso primeramente en forma de columna, colocando los discos entre tubos verticales de vidrio, fijos sobre una roldana de madera y terminados por otra en su extremidad superior; pero esta disposicion presenta algunos inconvenientes, no solo por la necesidad de armarla y desarmarla, sino que por su posicion vertical y el aumento de presion que resulta de la sobreposicion de los pares, hace que el líquido contenido en los pedazos de paño se exprima y establezca una comunicacion entre los discos, resultando ademas que los pedazos de paño se secan pronto; de modo que en ambos casos se disminuye la fuerza de la pila.

Este inconveniente se evita disponiendo la pila en el sentido horizontal, soldando el zinc con el cobre, y fijando cada par con mastic dentro de una caja rectangular (fig. 159), evitando que se comuniquen, y dejando intervalos de uno á otro par para llenarlos de un líquido conductor. Estas pilas son las que se conocen con el nombre de pilas de artesa. Para hacer comunicar los dos polos, se sumergen en los dos últimos huecos placas de cobre, á las cuales se sueldan hilos metálicos que se conocen con el nombre de *réoforos* ó *electrodos*.

Una de las mejoras mas notables que se han hecho en estas pilas es la disposicion de cada par, discurreda por Wollaston (fig. 160). *AB* es una barra de madera sostenida horizontalmente por dos sustentáculos; *as* es una placa de cobre encorvada, que está soldada en *s* á una placa ancha de zinc *z*. Alrededor de esta placa rectangular de zinc hay una lámina delgada de cobre de la misma superficie, que la rodea enteramente sin tocarla, la cual, despues de fijarse en la barra de madera, se encorva de nuevo verticalmente para soldarse á una segunda placa de zinc semejante á la primera, y rodeada como aquella por una placa de cobre, y así

de los demás. Debajo de estos pares se disponen unos vasos de vidrio VV que contienen el agua acidulada en la que se sumergen aquellos.

En estas pilas se consigue que la electricidad que se acumula en el zine pueda desprenderse de todos los puntos de su superficie, y solo tenga que atravesar una capa delgada de líquido, que en las pilas horizontales anteriores se alteraba pronto y se quedaba en contacto con el cobre: en la nueva disposición se puede renovar y se renueva por sí mismo, mezclándose ó extendiéndose en la masa líquida que contiene el vaso donde se sumergen los pares.

Muchas veces se emplean pilas reunidas, lo cual puede hacerse de dos maneras: primero, poniendo en contacto bien sea sus polos negativos ó bien los positivos: segundo, reuniendo el polo negativo de la primera con el positivo de la segunda. En el primer caso se aumenta la extensión de los elementos; al paso que en el segundo se produce el mismo efecto que con una pila cuyo número de pares fuese igual á la suma de los que contienen las dos pilas.

La primera disposición se emplea para producir los efectos físicos que dependen de la extensión de los pares, y por consecuencia de la cantidad de electricidad que puede dar y transmitir la pila en un tiempo dado; y la segunda para producir efectos químicos, los cuales dependen de la tensión ó del esfuerzo que hace la electricidad en los dos extremos de la pila para reunirse.

Como el desarrollo de la electricidad de la pila es tan sumamente rápido, no hay necesidad para aislarla de emplear las precauciones que se necesitan para aislar los cuerpos cargados de electricidad por los otros medios; de aquí resulta que puede aislarse por todos los cuerpos que no sean muy buenos conductores.

320. Vemos, pues, que en todas estas diversas disposiciones de la pila el sistema es siempre el mismo; pero la causa de la electricidad voltaica es todavía objeto de controversia entre los físicos. Volta, como ya hemos manifestado, consideraba al líquido simplemente como un cuerpo conductor, y miraba como insensible la cantidad de electricidad desarrollada por el contacto del agua con los metales, y la producida por la acción química que sobre estos ejercen los ácidos. Según este físico, la fuerza electromotriz existía únicamente en el contacto de las sustancias metálicas.

No es, pues, extraño que una teoría tan exclusiva fuese á poco tiempo atacada por otros físicos, y especialmente despues que se observó que la energía de los fenómenos voltaicos aumentaba á proporción que la acción química entre los metales y los líquidos conductores era mas enérgica. No tardó mucho tiempo en demostrarse por experimentos directos y decisivos el desarrollo de electricidad en todas las acciones químicas, tales como la combustión, la combinación de los ácidos con las bases, la acción de los ácidos sobre los metales &c., observándose ademas que en estas circunstancias la electricidad debida á las acciones químicas sobrepasaba generalmente á la desarrollada en el contacto de los metales; y finalmente se ha llegado hasta el punto de explicar por las acciones químicas los experimentos fundamentales de la teoría de Volta, negando por consiguiente que el simple contacto de dos metales fuese un manantial de electricidad.

Sin embargo, la cuestion todavia no puede considerarse como resuelta; pero no por eso podemos menos de admitir la gran influencia que ejerce la acción química sobre los efectos de la pila, si es que no es ella exclusivamente la que los produce.

### LECCION LXXXIII.

#### Aplicaciones de la pila voltaica.—Descomposicion del agua.—Pilas de corriente constante.

321. Una vez que ya conocemos el mecanismo de la pila de Volta, veamos qué efectos podemos producir con ella. Estos son tales y tan extraordinarios, que sin exageracion se puede decir que es el instrumento mas maravilloso que ha creado la inteligencia humana. Los efectos de la pila se pueden dividir en fisiológicos, físicos y químicos.

322. Si tomamos en la mano uno de los hilos que parte de un polo, nada experimentamos; pero al momento que cogemos el otro, sentimos la conmocion. Este efecto es mucho mas notable cuando se tienen con las manos mojadas dos cilindros gruesos metálicos que comuniquen mecánicamente con las placas polares: puede tambien formarse una cadena de personas y sentir todas al mismo tiempo la conmocion; pero el efecto disminuye rápidamente con el número de personas que forman el circuito. Este fenómeno es el mismo que el de la famosa botella de Leyden que en 1746 tanta admiracion causó en toda Europa; pero la botella solo servia una vez, lo cual no sucede con la pila, pues cuantas veces se tocan los dos polos, otras tantas se experimenta la conmocion, de modo que es bajo este aspecto una botella de Leyden que en el instante que se descarga se vuelve á cargar por sí misma.

Si el hilo que sale del polo positivo va á apoyarse en el extremo de la lengua, y el otro hilo va á otro punto, se siente un sabor ácido, y para sentir uno alcalino bastará cambiar de sitio los hilos.

Si aplicamos uno de los hilos sobre la frente, sobre el cuello, la nariz, la barba, y aun la garganta, en el momento que tomamos en la mano el otro hilo, y tenemos los ojos cerrados, percibimos un relámpago, cuya forma y brillo varían según la parte de cara que el fluido viene á tocar.

La portentosa influencia de la pila no se limita á los órganos sanos, sino que parece que reanima aquellos en que ya faltó la vida: aplicados los dos hilos á los músculos de la cabeza, hace ésto tales movimientos que causan espanto; otras veces se agitan las manos, pegan contra todo lo que encuentran, y levantan pesos de algunas libras; los músculos del pecho adquieren los movimientos respiratorios; en fin, la vida parece que renace, y que el cadáver se anima y amenaza al que así le atormenta. Pero estas violentas convulsiones cesan con la corriente, y todo vuelve á caer en la inercia de la muerte.

Se ha tratado de aplicar el galvanismo á la curacion de algunas enfermedades, tales como la gota, parálisis, reumatismo etc., habiéndose obtenido no pocas veces

resultados satisfactorios, si bien de corta duracion. Sin embargo, Marianini asegura haber curado algunos paralíticos, empleando descargas sucesivas en vez de una corriente continua, graduando la intensidad y prolongando el efecto por algunos días y semanas.

En una serie de experimentos, hechos por Pouillet y otros sabios sobre la irritabilidad producida por las corrientes eléctricas, notaron que los animales asfixiados vuelven inmediatamente á la vida cuando se los coloca entre los dos polos de la pila. Los experimentos se hicieron con conejos asfixiados hacia media hora.

323. Si dejamos á un lado los efectos fisiológicos de la pila y la miramos como una máquina eléctrica, en este caso se abre un campo inmenso de investigaciones. En efecto, cada hilo de la pila, considerado aisladamente, tiene la temperatura del ambiente; pero en el momento que se tocan los dos polos, adquieren los hilos un calor intenso; de modo que si son bastante delgados se ponen candentes, si son mas finos todavía se funden, aun cuando sean de platino.

Davy ha observado que si se hacen comunicar los dos polos de una pila de gran potencia con dos conos pequeños de carbon calcinado y apagado en mercurio, y colocados á corta distancia uno de otro, la continuidad de la descarga forma entre las dos puntas una corriente de luz continua, cuyo brillo es superior al de las demas luces, y cuya temperatura es tan elevada que el diamante y la plumbagina se volatilizan. Los conos de luz pueden separarse hasta la distancia de cuatro pulgadas sin que se interrumpa la corriente luminosa.

Si el experimento se hace en el vacío, la luz es mucho mas intensa, y puede durar muchas horas sin que el carbon disminuya de peso. Los conos de carbon deben disponerse de modo que toquen á los conductores por una gran superficie, y que estén sus extremidades muy juntas. La luz que se produce verifica la combinacion del cloro y del hidrógeno, y obra sobre el cloruro de plata como la luz solar.

Los efectos caloríficos de las corrientes parecen provenir de la resistencia que experimenta la electricidad para transmitirse de un cuerpo á otro, ó de una molécula á la siguiente, y puede suponerse que la electricidad detenida es la que produce el desarrollo de calor. En efecto, si se reunen los dos polos de una pila por una cadena compuesta de varios hilos del mismo diámetro y longitud, pero de naturaleza diferente, se observa siempre que los menos conductores son los que se calientan mas. Si los hilos metálicos son de la misma naturaleza, pero están soldados por sus extremos, se observa tambien una elevacion mayor de temperatura en las soldaduras ó puntos de union, lo cual confirma la explicacion anterior.

La incandescencia de los hilos metálicos depende menos de la tension de los polos que de la cantidad de fluido que dejan circular en un tiempo dado, ó lo que es lo mismo, depende menos del número de pares que de su extension. Así, pues, un solo par de Wollaston, que no produce la menor conmocion, es suficiente para enrojecer y fundir los hilos metálicos.

324. El primer efecto químico obtenido por la corriente galvánica es la descomposicion del agua, la cual se consigue poniendo en comunicacion los dos polos de la pila con dos hilos de platino que atraviesan por el fondo de un vaso (*fig. 161*)

en el que se coloca agua acidulada. Estos dos alambres de platino se elevan dentro del vaso á una altura próximamente de pulgada y media, y sobre ellos se colocan dos campanitas de cristal, llenas del liquido conductor. Inmediatamente que la pila se pone en actividad, empiezan á desprenderse los dos elementos que entran en la composicion del agua, dirigiéndose el oxígeno á la campana, que está colocada sobre el polo positivo, en tanto que el hidrógeno pasa á la campana, que cubre el hilo de platino que comunica con el polo negativo.

Los óxidos metálicos sometidos á la accion de este notable aparato experimentan tambien una descomposicion análoga; y siendo el oxígeno el elemento mas electro-negativo, se dirige como en el caso anterior, al polo positivo, y el radical al polo negativo. Una descomposicion semejante experimentan los ácidos y las sales, separándose los elementos que las componen.

325. No todas las pilas son igualmente á propósito para producir los efectos fisiológicos, físicos y químicos de que nos hemos ocupado; las hasta aquí descritas tienen el inconveniente de no producir una corriente constante, y por su consecuencia su energía se debilita notablemente al cabo de algun tiempo. En efecto, cuando se sumerge en una misma disolucion de ácido sulfúrico una lámina de zinc y otra de cobre, la corriente eléctrica es muy enérgica, porque, haciendo abstraccion de la electricidad desarrollada en el contacto, la accion química es muy fuerte en el zinc y nula en el cobre. Sin embargo, esta corriente eléctrica disminuye rápidamente de energía, y concluye por ser insensible ó casi nula, porque pasando el zinc al estado de sulfato, la corriente eléctrica descompone el agua y la sal formada: el oxígeno y el ácido sulfúrico, como electro-negativos, se dirigen al polo positivo, en tanto que el hidrógeno y el óxido de zinc pasan reunidos al polo negativo; pero estando el primero en su estado naciente se apodera del oxígeno, del óxido, dando por resultado zinc metálico que se deposita sobre la lámina de cobre. De aquí resulta una disminucion progresiva en la intensidad de la corriente, puesto que el liquido se encuentra colocado entre dos capas de zinc, cuyos efectos eléctricos dirigidos en sentidos contrarios tienden á destruirse.

Se ha conseguido evitar estos inconvenientes empleando dos disoluciones diferentes, separadas por un diafragma poroso, y en las cuales se sumerge el metal destinado á transmitir solamente ó á engendrar y transmitir á la vez la corriente. Entonces uno de los metales es solamente el activo, mientras el otro, no experimentando accion química, sirve únicamente de conductor. Finalmente los líquidos deben ser tales que la corriente que resulta de su accion mútua al través del diafragma se verifique en el mismo sentido que la que engendra el metal atacado, y se una á ella.

326. En este principio están fundadas las pilas de Daniell, de Grove y de Bunsen. Consiste la primera en un cilindro de cobre *a b c d* (*fig. 162*), en el cual está colocado otro cilindro menor *e f* de arcilla porosa; sobre la parte superior del cilindro de cobre descansa otro agujereado *i k*, al través del cual pasa el de arcilla: *l m* es un cilindro de zinc amalgamado que se apoya sobre el fondo del cilindro interior. Se echa en el cilindro de arcilla agua acidulada con  $\frac{1}{4}$  de su volúmen de

ácido sulfúrico. El espacio comprendido entre el tubo de arcilla y el cilindro de cobre se llena también con agua acidulada sobresaturada de sulfato de cobre; y por último se colocan en el cilindro de cobre agujerando unos pedazos de sulfato de cobre para reemplazar al que se descompone por la corriente.

Tan luego como se establece la comunicacion, el sulfato de cobre y el agua se descomponen, el ácido sulfúrico se dirige al zinc y concurre á producir la corriente eléctrica; en tanto que el hidrógeno del agua descompuesta reduce el óxido de cobre del sulfato, de cuya accion resulta cobre metálico que se deposita en el cilindro de este metal.

La corriente eléctrica proviene, pues, de tres acciones diferentes: primero, de la accion mútua de las dos disoluciones por el intermedio del cilindro de arcilla; segundo, de la accion del agua acidulada sobre el zinc; y tercero, de la accion del ácido sulfúrico del sulfato sobre este último metal.

Se da la preferencia al zinc amalgamado; primero, porque para una misma cantidad de metal que se consume ó gasta, produce una corriente mas enérgica; segundo, porque suministra una cantidad constante de electricidad por la oxidacion de una misma porcion de metal; tercero, porque no experimenta accion ninguna por su contacto con el agua acidulada, en tanto que no se establece la comunicacion entre los electrodos.

En estas pilas suele reemplazarse el cilindro de arcilla por saquillos de lona que producen los mismos efectos que el primero.

327. En las pilas de Grove el metal sin actividad es el platino en vez del cobre: el diafragma es un cilindro de arcilla tapado por debajo, y en cuya parte interior se coloca el zinc amalgamado sumergido en una disolucion de sal común, y en la exterior el platino sumergido en ácido nítrico concentrado. Esta pila es sumamente enérgica, pues que con seis ó ocho pares se producen efectos notables de incandescencia y descomposicion.

328. Por último Bunson ha sustituido á los cilindros de platino cilindros huecos de carbon, obtenidos, por la calcinacion en moldes de palastro, de una parte de coke y dos de carbon de piedra finamente pulverizados. Los efectos de esta pila son tan enérgicos como la de Grove, teniendo ademas la ventaja de ser mucho mas barata. La disposicion de cada elemento es la representada en la (fig. 163). V V vaso de vidrio; C C cilindro de carbon sostenido por un cuello guarnecido de un círculo de cobre y de una grapa del mismo metal; V' V' vaso de porcelana poroso; Z Z cilindro de zinc amalgamado, al cual está soldada una lámina de cobre. Para montar esta pila se vierte alrededor del carbon ácido nítrico del comercio hasta la altura del cuello próximamente, y en el diafragma agua acidulada con  $\frac{1}{10}$  de ácido sulfúrico. Si queremos reunir dos ó mas pares se consigue poniendo en contacto el carbon del uno con el zinc del otro, y así sucesivamente.

Aun cuando los efectos producidos por estas pilas son los mismos que hemos obtenido con las anteriormente descritas, sin embargo, difieren notablemente por su energía, puesto que hemos visto que para descomponer el agua con la pila de Volta ha sido necesario emplear un gran número de elementos, en tanto que bastan dos ó tres pares de las de Bunson para producir un efecto igual.

Estas mismas pilas de corriente constante son las que se emplean en el día con tanta ventaja en las operaciones de galvanoplastia, de las que nos ocuparemos en las lecciones elementales de química.

## LECCION LXXXIV.

### Accion de las corrientes sobre los imanes y viceversa.— Electro-magnetismo.—Galvanómetro.

329. Las corrientes eléctricas en presencia de un iman determinan una accion directriz sobre el mismo, que puede ó no servir para fijarle en una nueva posicion. La observacion y la experiencia dan que las corrientes tienden á dirigir y fijar los imanes en una posicion que forme un ángulo de  $90^\circ$  con la direccion rectilínea que á la corriente suponemos; de donde resulta que si la direccion del hilo metálico que la corriente atraviesa es perpendicular al meridiano magnético, la aguja no se moverá de su posicion, y antes bien se fijará si es posible mas en ella, toda vez que se encuentra en la posicion en que la corriente tiende á fijarla; de forma que una corriente así dispuesta debe producir el efecto de hacer muy difíciles las variaciones horarias y accidentales de la aguja, puesto que ademas de la accion directriz de la tierra se halla solicitada á permanecer fija por la accion de la fuerza que la corriente desenvuelve.

De lo que acabamos de exponer resulta, y la experiencia lo confirma, que para que las corrientes produzcan el máximo efecto es indispensable que sean paralelas á los imanes sobre los que se pretenda hacerlas actuar; en cuyo caso, hallándose estos en la posicion mas distante de aquella en que la fuerza eléctrica tiende á fijarlos, por necesidad ha de ser mas enérgico el impulso que los comunique. Efectivamente, la aguja magnetizada sufre un desvío cuando en su inmediacion se coloca un hilo metálico, paralelo á su direccion, y que comunique con las pilas ya explicadas; y la separacion que una misma aguja adquiera colocada en circunstancias iguales nos podrá servir para apreciar la energía de la corriente en cuya presencia se halla, así como una misma corriente en presencia de agujas diferentes puede servirnos para apreciar el magnetismo mas ó menos considerable que posean.

330. Como la accion directriz de la tierra es una fuerza que, en el caso del para-elismo considerado, se opone á la que la corriente imprime sobre la aguja, parece muy conveniente que ésta sea *astática*, ó lo que es lo mismo, que la accion de la tierra se encuentre neutralizada; en cuyo caso, quedando, por decirlo así, solamente la fuerza de la corriente, es indudable que producirá todo su efecto, y podrá servirnos para apreciar la intensidad de esta fuerza misma. La aguja *astática* que resulta de colocar la de inclinacion en un plano perpendicular al del meridiano magnético, de nada puede servirnos en el caso presente; lo uno por la disposicion particular del aparato, y lo otro porque si empleamos una aguja verdaderamente *astática*, todas las corrientes, sean débiles ó enérgicas, la obligarán á descri-

bir un cuadrante, y por lo tanto no habrá comparacion ni medida posible; así que la disposicion que á las agujas corresponde, para llenar debidamente las condiciones necesarias, es la de dos agujas fijas en un mismo eje y con los polos opuestos, por cuyo medio se obtiene una neutralizacion suficiente de la accion de la tierra, que permite juzgar con acierto y comparar con exactitud las desviaciones buscadas. En estas agujas, que llamaremos *semi-estáticas*, la accion directriz de la tierra no se halla neutralizada enteramente, pero sí debilitada hasta el punto que necesitamos.

Para que los imanes puedan actuar sobre las corrientes es necesario que éstas tengan una gran movilidad, y para conseguirlo se disponen los hilos conductores de modo que se apoyen en pequeños vasos de hierro llenos de mercurio, á los cuales se hacen llegar los alambres que comunican inmediatamente con la pila; mediante esta disposicion la corriente llega libremente á los aparatos, y estos, gozando de cuanta movilidad es posible, se encuentran en las circunstancias mas favorables para ser dirigidos por la accion del globo, por la de los imanes, ó por la de otras corrientes dispuestas convenientemente.

331. El aparato mas sencillo para darse cuenta de estos fenómenos es el flotador de M. de la Rive; se compone de una plancha de cobre C (fig. 164) y otra de zinc Z fijadas sobre otra de corcho AB, y unidas por su parte superior por un hilo metálico D: se le coloca en agua acidulada, y la corriente se establece instantáneamente en el sentido que las flechas indican, esto es, del cobre al zinc. La accion del globo imprime una direccion dada á esta corriente, haciéndola girar, y dirigiendo siempre al este la rama en que la corriente descende; y si en este estado se presenta una barra imantada en una direccion perpendicular al plano del flotador, éste se aleja si las corrientes van en sentidos contrarios, y se aproxima cuando van en un mismo sentido; en cuyo caso llega hasta el medio del iman, en cuya posicion se fija despues de oscilar algun tiempo.

La accion de las corrientes sobre los imanes, y la de estos sobre aquellas es lo que constituye la parte de la ciencia, conocida con el nombre de *electro-magnetismo*.

332. Habiendo dado á conocer el partido que puede sacarse de la accion de las corrientes sobre los imanes para medir la energia de aquellas, nos falta describir el aparato que se emplea con este motivo, y que se conoce con el nombre de *galvanómetro ó multiplicador*. Se compone de una aguja semi-estática (fig. 165) con los polos opuestos como indica la figura: la aguja inferior va dentro de un bastidor de madera, al cual va arrollado un hilo de cobre recubierto de seda, haciendo un gran número de revoluciones y dejando libres las dos extremidades A y B, las cuales se han de poner en comunicacion con la pila que ha de desenvolver la corriente. Sobre este bastidor y debajo de la aguja superior va colocada una circunferencia dividida para poder apreciar la desviacion correspondiente. Si se hace comunicar la extremidad A con una plancha de zinc, y la extremidad B con una de cobre, y éstas se ponen en contacto interponiendo un papel impregnado en agua acidulada, la desviacion de la aguja es rápida ó instantánea, fijándose en los 90° despues de algunas oscilaciones.

Este medio es el que se emplea para medir la electricidad, el cual da la intensidad y el signo de la misma; de forma que haciendo que una de las extremidades del hilo comuniquen con una larga barra metálica terminada en punta y la otra con el depósito comun, será fácil conocer la electricidad atmosférica, por corta que la supongamos, dándonos los máximos y mínimos y las alteraciones accidentales que sobre este agente se produzcan.

La sensibilidad del aparato se explica perfectamente al ver que el gran número de revoluciones del hilo no representa otra cosa que un número igual de corrientes paralelas, iguales en un mismo sentido; de donde resulta que por pequeña que la accion sea, se consigue multiplicarla de modo que produzca efecto.

### LECCION LXXXV.

#### Accion de las corrientes unas sobre otras.—Corrientes por induccion.

333. En la leccion anterior hemos indicado á propósito de los flotadores de M. de la Rive, que las corrientes ejercian accion unas sobre otras; y ademas hemos dado idea del modo de construir los aparatos correspondientes, de manera que la movilidad fuese tanta como para este caso necesitamos.

Las corrientes resultan de los movimientos vibratorios que la electricidad produce en la masa del cuerpo sobre que actúa: si la seccion del cuerpo presenta suficiente resistencia para sufrir las vibraciones sin que la agitacion produzca desintegracion del mismo, ó si la intensidad del fluido no produce acciones capaces de verificarlo, en este caso el cuerpo no presenta alteracion alguna, ó como se dice, permite el libre paso á la electricidad; pero si la energia del fluido ha de producir un estremecimiento superior al que la seccion del cuerpo puede resistir, entonces la temperatura de éste se eleva, y aun puede volatilizarse con desprendimiento de calor y luz. Todo esto no solamente sirve para poner en contacto á la electricidad con el calor y con la luz, y conducirnos á la explicacion de todos los fenómenos por la accion de un solo y único agente imponderable, sino que, ciéndonos á las corrientes, nos dice que las partes contiguas del hilo que nos sirve para dirigirlas, se hallan en un estado continuo de repulsion.

Las corrientes se atraen cuando son paralelas y van en un mismo sentido, y se repelen si conservando el paralelismo las direcciones son contrarias; resultado que no sorprende por la coincidencia de la direccion de las vibraciones en el primer caso, y la oposicion de las mismas en el segundo. En el caso de formar ángulo el efecto es el mismo, puesto que las paralelas pueden considerarse como formando un ángulo cuyo vértice se halle en el infinito; así cuando las corrientes se acerquen ó se alejen ambas del vértice (fig. 166) habrá atraccion, y cuando una se acerque y otra se separe (fig. 167) habrá repulsion.

334. En la electricidad y en el magnetismo hemos visto que fluidos de distinta

bir un cuadrante, y por lo tanto no habrá comparacion ni medida posible; así que la disposicion que á las agujas corresponde, para llenar debidamente las condiciones necesarias, es la de dos agujas fijas en un mismo eje y con los polos opuestos, por cuyo medio se obtiene una neutralizacion suficiente de la accion de la tierra, que permite juzgar con acierto y comparar con exactitud las desviaciones buscadas. En estas agujas, que llamaremos *semi-astáticas*, la accion directriz de la tierra no se halla neutralizada enteramente, pero sí debilitada hasta el punto que necesitamos.

Para que los imanes puedan actuar sobre las corrientes es necesario que éstas tengan una gran movilidad, y para conseguirlo se disponen los hilos conductores de modo que se apoyen en pequeños vasos de hierro llenos de mercurio, á los cuales se hacen llegar los alambres que comunican inmediatamente con la pila; mediante esta disposicion la corriente llega libremente á los aparatos, y estos, gozando de cuanta movilidad es posible, se encuentran en las circunstancias mas favorables para ser dirigidos por la accion del globo, por la de los imanes, ó por la de otras corrientes dispuestas convenientemente.

331. El aparato mas sencillo para darse cuenta de estos fenómenos es el flotador de M. de la Rive; se compone de una plancha de cobre C (fig. 164) y otra de zinc Z fijadas sobre otra de corcho AB, y unidas por su parte superior por un hilo metálico D: se le coloca en agua acidulada, y la corriente se establece instantáneamente en el sentido que las flechas indican, esto es, del cobre al zinc. La accion del globo imprime una direccion dada á esta corriente, haciéndola girar, y dirigiendo siempre al este la rama en que la corriente desciende; y si en este estado se presenta una barra imantada en una direccion perpendicular al plano del flotador, éste se aleja si las corrientes van en sentidos contrarios, y se aproxima cuando van en un mismo sentido; en cuyo caso llega hasta el medio del iman, en cuya posicion se fija despues de oscilar algun tiempo.

La accion de las corrientes sobre los imanes, y la de estos sobre aquellas es lo que constituye la parte de la ciencia, conocida con el nombre de *electro-magnetismo*.

332. Habiendo dado á conocer el partido que puede sacarse de la accion de las corrientes sobre los imanes para medir la energia de aquellas, nos falta describir el aparato que se emplea con este motivo, y que se conoce con el nombre de *galvanómetro ó multiplicador*. Se compone de una aguja semi-astática (fig. 165) con los polos opuestos como indica la figura: la aguja inferior va dentro de un bastidor de madera, al cual va arrollado un hilo de cobre recubierto de seda, haciendo un gran número de revoluciones y dejando libres las dos extremidades A y B, las cuales se han de poner en comunicacion con la pila que ha de desenvolver la corriente. Sobre este bastidor y debajo de la aguja superior va colocada una circunferencia dividida para poder apreciar la desviacion correspondiente. Si se hace comunicar la extremidad A con una plancha de zinc, y la extremidad B con una de cobre, y éstas se ponen en contacto interponiendo un papel impregnado en agua acidulada, la desviacion de la aguja es rápida ó instantánea, fijándose en los 90° despues de algunas oscilaciones.

Este medio es el que se emplea para medir la electricidad, el cual da la intensidad y el signo de la misma; de forma que haciendo que una de las extremidades del hilo comuniquen con una larga barra metálica terminada en punta y la otra con el depósito comun, será fácil conocer la electricidad atmosférica, por corta que la supongamos, dándonos los máximos y mínimos y las alteraciones accidentales que sobre este agente se produzcan.

La sensibilidad del aparato se explica perfectamente al ver que el gran número de revoluciones del hilo no representa otra cosa que un número igual de corrientes paralelas, iguales en un mismo sentido; de donde resulta que por pequeña que la accion sea, se consigue multiplicarla de modo que produzca efecto.

### LECCION LXXXV.

#### Accion de las corrientes unas sobre otras.—Corrientes por induccion.

333. En la leccion anterior hemos indicado á propósito de los flotadores de M. de la Rive, que las corrientes ejercian accion unas sobre otras; y ademas hemos dado idea del modo de construir los aparatos correspondientes, de manera que la movilidad fuese tanta como para este caso necesitamos.

Las corrientes resultan de los movimientos vibratorios que la electricidad produce en la masa del cuerpo sobre que actúa: si la seccion del cuerpo presenta suficiente resistencia para sufrir las vibraciones sin que la agitacion produzca desintegracion del mismo, ó si la intensidad del fluido no produce acciones capaces de verificarlo, en este caso el cuerpo no presenta alteracion alguna, ó como se dice, permite el libre paso á la electricidad; pero si la energia del fluido ha de producir un estremecimiento superior al que la seccion del cuerpo puede resistir, entonces la temperatura de éste se eleva, y aun puede volatilizarse con desprendimiento de calor y luz. Todo esto no solamente sirve para poner en contacto á la electricidad con el calor y con la luz, y conducirnos á la explicacion de todos los fenómenos por la accion de un solo y único agente imponderable, sino que, ciéndonos á las corrientes, nos dice que las partes contiguas del hilo que nos sirve para dirigirlas, se hallan en un estado continuo de repulsion.

Las corrientes se atraen cuando son paralelas y van en un mismo sentido, y se repelen si conservando el paralelismo las direcciones son contrarias; resultado que no sorprende por la coincidencia de la direccion de las vibraciones en el primer caso, y la oposicion de las mismas en el segundo. En el caso de formar ángulo el efecto es el mismo, puesto que las paralelas pueden considerarse como formando un ángulo cuyo vértice se halle en el infinito; así cuando las corrientes se acerquen ó se alejen ambas del vértice (fig. 166) habrá atraccion, y cuando una se acerque y otra se separe (fig. 167) habrá repulsion.

334. En la electricidad y en el magnetismo hemos visto que fluidos de distinta

denominacion se atraian, y los de un mismo nombre se rechazaban: y como las corrientes que van en una misma direccion se atraen, y las que van en direcciones contrarias se repelen, de aquí han tomado origen para decir que los fenómenos eléctricos en las corrientes son contrarios de los producidos por la electricidad ordinaria; pero semejante proposicion no puede sostenerse, ya porque no hay fenómeno eléctrico, sea del género que quiera, que no sea producido del mismo modo que los de los demás fluidos imponderables por vibraciones ó corrientes, ya porque direcciones opuestas no es ni puede ser lo mismo que fluidos opuestos ó de diferente denominacion.

Si tenemos dos corrientes que se crucen (*fig. 168*), formarán los cuatro ángulos A, B, C y D; en los cuatros habrá atraccion en los dos A y B opuestos al vértice, y repulsion en los C y D. En el ángulo A habrá atraccion por ir ambas corrientes aproximándose al vértice, y en el B se verificará igual accion por ir las dos alejándose del mismo; y en los C y D habrá repulsion por alejarse del vértice una de las corrientes y acercarse otra. Conspirando á un mismo fin ambas corrientes girarán hasta situarse paralelamente y en un mismo sentido, en cuyo caso habrá atraccion; por lo cual suele decirse que las corrientes que se cruzan verifican siempre su atraccion.

Pueden disponerse corrientes que produzcan toda clase de movimientos, incluso el de rotacion, y que obedezcan, como ya sabemos, á la accion de otras corrientes y á la de los imanes. Para la explicacion de estas acciones no hay nada nuevo que establecer; pero nos llevaría demasiado lejos la exposicion de los medios que deben emplearse para conseguirlo.

335. *Corrientes por induccion* se llaman las que se desenvuelven de un modo transitorio por la influencia de otras corrientes ó de los imanes. Si arrollamos (*fig. 169*) sobre un cilindro hueco de madera dos hilos de cobre AA', BB' recubiertos de seda, y hacemos comunicar el BB' con un galvanómetro, y el AA' con los polos de una pila, la corriente se establece en BB' en el momento que se desenvuelve en el hilo AA'; la aguja del galvanómetro se agita y oscila en el instante en que se ponen las extremidades AA' en comunicacion con la pila, pero pronto cesa de oscilar y recobra su posicion primitiva, en la cual permanece durante el período en que la comunicacion con la pila se halla establecida; pero se agita y oscila de nuevo en sentido contrario del anterior en el momento en que la comunicacion cesa ó se interrumpe.

Vemos que es posible producir corrientes en un hilo sin que esté en comunicacion inmediata con un origen de electricidad; estas corrientes es verdad que duran un solo instante, aquel en que la accion empieza y aquel en que concluye; y que son de signos contrarios en cada uno de estos casos; pero todavía puede sacarse partido de ellas haciendo que se establezcan y se interrumpan con gran rapidez.

La desviacion que sufre la aguja del galvanómetro en el experimento anterior no es, generalmente hablando, muy considerable; pero se consigue que sea muy enérgica introduciendo un cilindro de hierro dulce en lo interior del de madera, cuyo efecto es debido á las corrientes que en el hierro se desenvuelven.

Si tomamos un cilindro de madera igual al que nos ha servido para el anterior experimento, y le arrollamos un solo hilo de cobre recubierto de seda, el cual disponemos que comunique con un galvanómetro, y en este estado introducimos una barra magnetizada en lo interior del cilindro, la corriente se desenvuelve en el momento de introducir el polo del iman, cesa en seguida, y aparece en sentido contrario en el momento en que se le retira.

Todo esto no solo nos confirma en la existencia de las corrientes por induccion, sino en la identidad de la electricidad y el magnetismo.

### LECCION LXXXVI.

#### Electro-dinámica.—Su importancia, y aplicaciones mas notables.—Explicacion del magnetismo por medio de las corrientes eléctricas.

336. La *electricidad dinámica* consiste en el movimiento que, sea por medio de este agente, sea por medio del magnetismo, es posible hacer que adquieran diferentes cuerpos; de lo cual ninguna duda puede quedarnos despues de lo que dejamos explicado respecto de las corrientes y de los imanes. La accion que ejercen las corrientes unas sobre otras, y los diferentes medios de desenvolverlas, sea por la electricidad propiamente dicha, sea por el magnetismo, nos proporcionan un motor precioso que pudiera servirnos en todos los casos y circunstancias; pero que, siendo aun demasiado débil para determinar el movimiento en masas considerables, no nos permite emplearle todavía en grande escala.

Sin embargo de su limitada energia se han hecho ensayos con muy buen éxito, que dan lugar á esperar que quizá un dia pueda reemplazar con ventaja á los aparatos de vapor. Esta fuerza, aun cuando no ha llegado todavía á desenvolver toda la energia de que sin duda es capaz, no permanece ociosa y sin aplicaciones, entre las que figura en primer lugar la que se emplea en los *telégrafos eléctricos*. Estos aparatos se componen de dos, uno en la estacion de partida, y otro en la de término: en la primera va un electro-iman vigoroso que pueda desarrollar la corriente que se trasmite á la otra estacion por medio de un hilo metálico, sostenido por anillos de porcelana, ó por algun otro medio semejante; y en la estacion de término va colocado el aparato que debe moverse por la accion de la corriente desenvuelta, y producir las señales convenidas, que pueden ser cualesquiera, pero que en lo general son las letras del alfabeto que van siendo marcadas sucesivamente por la produccion y por la suspension progresiva de la corriente. Para esto vemos que serán muy útiles las corrientes por induccion, ya explicadas, por la intermitencia con que se presentan; pero esto no obsta para que pueda emplearse un origen cualquiera de electricidad.

Estos telégrafos no interrumpen sus señales por el estado de la atmósfera, y no necesitan estaciones intermedias, por lo que son en general preferibles á los comunes.

337. Llegados á esta altura, y habiendo visto el efecto que el hierro dulce produce para aumentar la acción de las corrientes, y el que producen los imanes para dar lugar á las mismas, nos falta exponer una teoría que siguen los fenómenos de que tratamos, ó lo que es lo mismo, que establezca la identidad entre la electricidad y el magnetismo. Para esto debemos admitir en el globo una corriente eléctrica dirigida de este á oeste, y acumulada principalmente sobre el ecuador. Esta corriente, aunque acumulada del modo que ya dicho, rodea la tierra en el sentido de los paralelos, de modo que parece dirigirse de un polo á otro, rodeando al globo con una corriente única; pero que produce el efecto de una infinidad de ellas, sumamente próximas, paralelas, y describiendo sensiblemente circunferencias, cuyos planos son perpendiculares al eje.

Nada hay de violento ni extraño en admitir estas corrientes, puesto que todo fenómeno eléctrico se desenvuelve por este medio; y la electricidad del globo no puede ponerse en duda, atendidas las infinitas acciones que se producen y remuevan en el mismo, ya se consideren mecánicamente, ya respecto de las variaciones de temperatura, de las acciones químicas etc. Y se concibe sin dificultad que estas acciones y las corrientes, que son su consecuencia, no sean constantes, así como no lo son las que dan lugar á ellas; y por consiguiente que estas variaciones determinan otras en los cuerpos ó aparatos sobre que actúan.

Hemos visto que las corrientes tienden siempre á dirigir la aguja magnética á una posición perpendicular á la suya; y en el galvanómetro hemos podido observar que todas las corrientes sensiblemente paralelas, producidas por un solo hilo rodeado al bastidor, conspiraban al mismo fin y fijaban la aguja en la posición establecida. En la tierra, que podemos semejar á un gran galvanómetro, se verifica exactamente lo mismo; así que la dirección de la aguja es perpendicular á las corrientes que rodean al globo. A la verdad, todas las partes de la gran corriente circular actúan sobre la aguja; pero las superiores, hallándose incomparablemente más próximas que las inferiores, actúan con una energía más considerable, y son las que determinan el efecto producido. Esto nos explica también la dirección de los flujos electro-dinámicos, y la imantación del hierro por la sola acción del globo.

338. Los fenómenos que presentan los imanes son por consiguiente debidos á la existencia de corrientes eléctricas en los mismos, dirigidas perpendicularmente al eje, y en el sentido de este á oeste en la parte inferior del iman, y de oeste á este en la parte superior; de forma que la acción de las corrientes unas sobre otras viene á explicar la acción de las corrientes sobre los imanes, y la de estos sobre aquellas, así como la que se ejerce por los imanes unos con otros ó respecto del globo. La corriente única que rodea al iman se puede considerar como una reunión de pequeñas corrientes paralelas ó infinitamente próximas, del modo que hemos expuesto al hablar de las del globo, y recordando como entonces la disposición del galvanómetro. En los cuerpos simplemente magnéticos, y aun en todos los demás, por lo que hemos visto en el lugar oportuno, las corrientes, que podemos admitir que rodean á cada molécula, van en toda suerte de direcciones, y lo que se verifica con lo que llamamos imantación es disponerlas paralela-

mente de modo que la polaridad aparezca, ó que las vibraciones que se verifiquen sean todas dirigidas respectivamente en el sentido que necesitamos.

La acción que sabemos ejercen todos los cuerpos sobre los imanes, y viceversa se explica por las corrientes que se determinan siempre por la acción recíproca de estos cuerpos; corrientes que son más persistentes en unos cuerpos que en otros, debido sin duda á la diferente estructura y afinidad química de los cuerpos simples que entran en su formación, y á las modificaciones que tanto en esta propiedad como en las demás acciones moleculares ejerce la temperatura y todas las otras causas que pueden alterar el arreglo y colocación de los átomos de la materia.

## LECCION LXXXVII.

### Corrientes termo-eléctricas.—Descripción del termo-multiplicador de Melloni.

339. Sabemos ya que el calor es capaz de producir fenómenos eléctricos; pero no hemos expuesto aun el modo de producir corrientes eléctricas debidas á esta causa, ó lo que es lo mismo, la manera de sacar partido de esta propiedad.

Siempre que se sueldan dos hilos de metales diferentes de modo que formen un circuito cerrado, la corriente eléctrica se produce siempre que las dos soldaduras se encuentren en temperaturas diferentes, siendo tanto más enérgica cuanto mayor sea la diferencia que la produce, y cesando de todo punto cuando las temperaturas son iguales. La acción que se ejerce sobre la aguja del galvanómetro es sumamente sensible, aun para diferencia de temperatura, que sería imposible sospechar siquiera empleando otro procedimiento. De aquí se deduce ya la posibilidad y aun conveniencia de aplicar este procedimiento á la medida de pequeñas variaciones de temperatura, imposibles de apreciar por los medios ordinarios.

Si en vez de ser dos hilos de metales diferentes se empleasen ambos de un mismo metal, la corriente aun se establecería, pero sería necesario una gran diferencia entre las temperaturas de las soldaduras para producir una corta desviación sobre la aguja: lo cual nos está brindando á hacer aplicación á la medida de altas temperaturas, es decir, á emplear este procedimiento como medio *pirométrico*, si no se opusiese en un gran número de casos la inevitable desaparición de la soldadura y aun del hilo sometido á una temperatura suficientemente elevada.

Se han construido *pilas termo-eléctricas*, compuestas de barras de antimonio y bismuto, soldadas por sus extremidades, de modo que cada una de las del primer metal se hallase entre dos del segundo, y recíprocamente: en este estado se calentaban las soldaduras pures por medio de lámparas de alcohol, y las impares se mantenían á una temperatura constante y baja, sumergiendo unos apéndices que las barras llevaban en vasos llenos de hielo machacado. En esta disposición la corriente se establece y los hilos conductores que salen de las extremidades del aparato la conducen sobre los cuerpos en que necesitamos hacerla actuar.

Siendo este procedimiento poco cómodo, y también poco á propósito para destinarle

á las aplicaciones necesarias, se ha ideado otra disposicion de la pila, que es la que en el día usamos. Se compone tambien de barras de bismuto y de antimonio soldadas al tope por sus extremidades (fig. 170). de modo que la barra de bismuto B se encorba y se halla soldada con la siguiente de antimonio, y ésta con la que sigue de bismuto, y así continuando: por cuyo medio se consigue que la pila presente una forma prismática, quedando las soldaduras impares en una de las caras y las pares en la opuesta; se introduce en una caja prismática con dos tapaderas en los frentes en que quedan situadas las soldaduras, y los hilos, que saliendo de los polos de la pila han de dirigir la corriente, se unen á un galvanómetro que nos servirá para medirla.

340. El aparato de Melloni, descrito en la teoría del calor, está reducido á una pila termo-eléctrica, dispuesta del modo que va referido, unida á su correspondiente galvanómetro que sirve de indicador. El calor que producen los diferentes orígenes del mismo que se colocan en el aparato, y el que transmiten los diferentes cuerpos interpuestos en virtud de la diatermancia de que están dotados, actúa sobre la cara de la pila en que se hallan las soldaduras impares; y como la temperatura en este caso no puede ser la misma en éstas que en las pares que se hallan al lado opuesto, la corriente se establece instantáneamente, y la aguja del galvanómetro gira para colocarse en una nueva posición.

Las desviaciones que sufre la aguja son proporcionales con las cantidades de calor, con tal que aquellas no excedan de  $20^{\circ}$ ; y para no tener necesidad de introducir correcciones ó de formar tablas para los casos en que las desviaciones fuesen mas considerables, se aleja el origen de calor lo suficiente para que el desvío no exceda de los  $20^{\circ}$  citados.

Terminado cada experimento, es indispensable que la aguja vuelva al cero, para lo cual se necesita suprimir por medio de una pantalla la acción calorífica que el foco ejerce sobre la pila, ó calentar ligeramente la cara opuesta.

### LECCION LXXXVIII.

#### Medios de producir magnetismo por medio de la electricidad, y recíprocamente producir electricidad por medio del magnetismo.

341. Las corrientes eléctricas pueden comunicar el magnetismo al hierro y al acero, presentándose la imantación como la ordinaria, esto es, no permaneciendo en el hierro mas que durante el período que la corriente actúa, y desenvolviendo en el acero una acción permanente. Habiendo observado que las agujas de acero se magnetizaban con mas energía colocándolas perpendicularmente á la dirección de la corriente, se ha ideado el empleo de un largo hilo metálico recubierto de seda, el cual se le rodea en hélice á un cilindro de vidrio, en el que se pone como eje la aguja que se trata de magnetizar. El efecto, como ya hemos explicado con otro

motivo, es el mismo que si tuviésemos un sistema de corrientes circulares paralelas, por cuyos centros pasa la aguja. El magnetismo producido por este medio no difiere en nada del obtenido por los procedimientos explicados en otro lugar: así es que, rodeando el hilo á una barra de hierro dulce, se consigue un imán vigoroso que puede sostener grandes pesos; pero cuya energía desaparece totalmente en cuanto la corriente deja de actuar.

Un hilo de cobre recubierto de seda que se contornee en hélice, haciendo que el cabo que la termine se dirija por lo interior de la misma formando su eje, constituye lo que llamamos un *solenoides*: el cual, si se le coloca de modo que goce una gran movilidad, adquiere propiedades notables en cuanto la corriente eléctrica le atraviesa. Se dirige como un imán al plano del meridiano magnético, y si de él se le separa vuelve á su posición haciendo una serie de oscilaciones. Se dirige como los imanes por la acción de una corriente cualquiera que se le presente, teniendo á cargo locarse en una posición perpendicular á la misma. Los solenoides, lo mismo que los imanes, se atraen ó se repelen según que se ponen en presencia uno de otro los polos de diferente ó del mismo nombre. Finalmente estos aparatos actúan como un imán en todos los casos, verificándose las atracciones, repulsiones y demas entre un imán y un solenoides lo mismo que entre dos imanes cualesquiera.

Determinados los medios de producir magnetismo por la acción de la electricidad, nos resta ahora examinar los medios de obtener electricidad empleando únicamente el magnetismo.

342. Si tomamos una barra de hierro dulce D (figura 171), dispuesta en forma de herradura, la arrollamos un largo hilo de cobre cubierto de seda, rodeando con él una de las ramas para pasar á la otra, y quedando sueltas las estremidades A B y en presencia de esta herradura y sumamente próxima colocamos otra I de acero magnetizado, los polos N y S de ésta determinarán la imantación de la de hierro dulce y la aparición de sus polos S' y N'. Haciendo girar al imán por medio de un piñón y una rueda dentada como representa la figura, el magnetismo del hierro desaparecerá cuando éste y el imán se encuentren en planos perpendiculares, y aparecerá de nuevo cuando los planos vuelvan á coincidir, si bien en este caso, como el polo S del imán se hallará donde antes estaba el N, y al contrario, los del hierro se encontrarán tambien cambiados.

La corriente por inducción se establece siendo intermitente, como le corresponde, según sabemos, puesto que será nula en el caso explicado de serlo el magnetismo, y ademas cambiará de signo á cada semi-revolución.

343. Siendo conveniente para este aparato que el imán sea de gran fuerza, y no siendo tan fácil el movimiento de rotación en este caso, se ha discurrido por Clark una modificación, que consiste en hacer que el imán quede fijo y el hierro con su hilo arrollado sea el que gire. Con esta disposición es mas fácil obtener la electricidad que deseamos, y sacar partido de ella para cuantos experimentos relativos á las corrientes nos convenga emplearla. Se produce la descomposición de los cuerpos, que en otro lugar hemos explicado respecto de las pilas y corrientes hidro-eléctricas: se obtienen en chispas lo mismo que en las otras, y conmociones sin disputa mas

considerables. La intermitencia de las corrientes no es de ningún modo un obstáculo, pues que haciendo girar con rapidez al electro-íman se viene á conseguir una corriente continua; lo que parecía mas difícil de dominar era el cambio de signo, el cual producía necesariamente en la descomposición de los cuerpos una mezcla de sus factores en cada uno de los polos, y no la separación que buscamos en cada uno de ellos; pero también esto se ha evitado por un mecanismo particular que hace que el electro-íman se aproxime al íman en una semi-revolución y se separe en la siguiente, produciéndose del mismo modo en las revoluciones sucesivas. Por este medio se logra suprimir la corriente cuando ha de cambiar de signo, y la velocidad de la rotación suple á la mayor intermitencia que necesariamente resulta, consiguiendo por este medio la separación deseada de los elementos de los cuerpos compuestos que se someten á la acción de este aparato.

Llegados á este punto, no puede ya quedar género de duda respecto á la identidad de la electricidad y el magnetismo, y á la que llegará un día que se establezca respecto de todos los fluidos imponderables; día en que la ciencia habrá dado un paso inmenso por la sencillez con que sin duda se explicarán sus fenómenos, y por el dilatado horizonte que entonces mas que ahora debe presentarse respecto al ensanche de sus teorías y aplicaciones.

## APENDICE

SOBRE LA

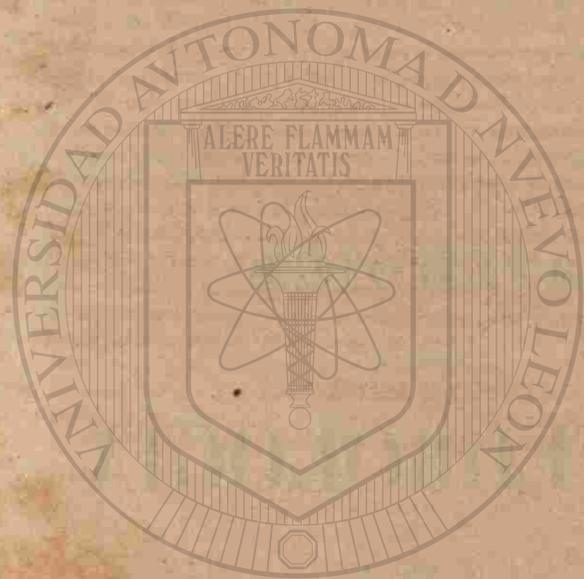
# METEOROLOGÍA

de FOR

Morquecho y Palva.

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL

## DE LA METEOROLOGIA.

En la actualidad se comprende en la *Meteorología* los fenómenos que suceden en el globo y en la atmósfera, que reciben el nombre particular de *meteoros*, y que dependen del calor de la luz, del magnetismo y de la electricidad.

### CAPITULO PRIMERO.

#### Fenómenos meteorológicos ocasionados por el calor.

*Temperatura del aire en la superficie de la tierra.*—Se llama *temperatura media* de un sitio cualquiera durante un día, la temperatura que resulta de dividir la suma de las temperaturas observadas en cada instante por el número de instantes. Sería muy difícil hacer observaciones tan minuciosas; pero felizmente M. Humbolt ha reconocido por la experiencia, que la temperatura media de un día se obtiene, sin error sensible, tomando el medio aritmético de las temperaturas máxima y mínima del día; también se llega al mismo resultado, tomando la media de tres observaciones hechas, una al salir el sol, otra a las dos de la tarde, y otra al ponerse el sol. La *temperatura media de un mes* se tiene dividiendo las sumas de las temperaturas medias de sus días, por el número de días que tenga. La *temperatura media del año* es la suma de las temperaturas medias de los doce meses, dividida por doce: se llega al mismo resultado, con solo tomar la media del mes de Octubre, y también tomando la media de las temperaturas que corresponden a una sola hora del día. La *temperatura media de un lugar*, es la media de las temperaturas medias de varios años.

La temperatura media de un paraje depende de su distancia al ecuador, y de su elevación sobre el nivel del mar: estas dos causas generales son las que determinan la temperatura media del lugar; pero su influencia está modificada por otras causas accidentales ó locales; así es, que se ven sitios a la misma altura y latitud que tienen diferente temperatura, y sitios de la misma temperatura que están situados a latitudes y alturas diferentes.

La temperatura del día varía en general continuamente: el mínimo de temperatura corresponde á la salida del sol, y el máximo á las dos de la tarde próximamente. La mayor temperatura que se ha observado en la superficie de la tierra ha sido de  $46^{\circ}$  y de  $31^{\circ}$  sobre el mar; y la temperatura mas baja se habia considerado en  $-50^{\circ}$ , pero el capitán Back observó en el norte de América un descenso de  $-56,^{\circ}6$ .

*Líneas isoterma y climas.*—Se llama *línea isoterma*, la que pasa por todos los puntos de la superficie de la tierra, que tienen una misma temperatura media: las líneas isoterma son irregulares y sinuosas; no coincidiendo por consiguiente con los paralelos de estos puntos. Se pueden concebir varias líneas que pasen por puntos que tengan la misma temperatura media; quedará un espacio entre estas líneas, y este espacio comprendido por dos líneas isoterma, se llama *zona ó faja isoterma*; algunos físicos dividen en seis zonas el hemisferio boreal.

Los climas de los países dependen de sus temperaturas medias, y mas particularmente de las variaciones que pueden experimentar las temperaturas medias de los días, meses y estaciones. La diferencia entre las temperaturas extremas, varía de un país con su latitud; en el ecuador es muy pequeña esta diferencia, al contrario de lo que sucede en los países próximos á los polos. Se suelen llamar *climas constantes* los que no ofrecen grandes diferencias en el curso de un año, entre los extremos de calor y frio; *climas variables* los que ofrecen notables diferencias; y *climas escisivos* los que ofrecen grandes diferencias. Además, se llaman *climas ardientes, calientes, dulces, templados, frios, muy frios ó helados*, atendiendo á las temperaturas medias de las zonas isoterma.

*Temperatura á diferentes profundidades del globo.*—Los rayos del sol penetran en el globo y causan variaciones de temperatura en las capas superiores: estas variaciones llegan á mayor ó menor profundidad segun la estación del año; pero como quiera que sea, se encuentra una capa en todos los parajes de la tierra, en la cual permanece constante la temperatura, habiendo recibido el nombre de *capa invariable*: en el Observatorio de París se encuentra á 28 metros de profundidad; y segun Boussingault, á un tercio de metro en las regiones ecuatoriales. La temperatura de la capa invariable es próximamente la misma que la temperatura media en el punto correspondiente en la superficie.

Gensanne fué el primero en descubrir que la temperatura aumenta con la profundidad despues que se ha pasado la capa invariable. Este hecho parece conforme con la teoría que supone el *fuego central*; y explica perfectamente la elevación de la temperatura de las aguas termales, y de las que salen por los pozos artesianos. Hay algunas fuentes cuya agua tiene una temperatura próxima á la ebullición: la fuente de Geyser, en Islandia, la tiene de  $82^{\circ}$ .

*Temperatura á diferentes alturas de la atmósfera.*—La temperatura disminuye á medida que nos elevamos en la atmósfera, aunque esta variación para un mismo lugar depende de varias circunstancias. Segun las observaciones de Humboldt, de Saussure y Ramond, y de Gay-Lussac, puede fijarse la temperatura de un grado, por término medio, para una elevación de 190 metros: la disminución no es rigurosamente proporcional á las alturas,

El frio que se experimenta en las altas regiones puede atribuirse á una irradiación mas libre hácia los espacios planetarios, puesto que el calor del globo atraviesa capas de aire mas enrarecidas; á la disminución progresiva que experimentan en su intensidad los rayos que emite la tierra: el calor solar tiene poca influencia en el calentamiento; pues atraviesa el aire y los gases, sin ser absorbido por ellos sensiblemente. El frio de las altas montañas proviene principalmente de las corrientes que pasan por sus cimas, cuyas corrientes se hallan muy frias, puesto que vienen de las regiones elevadas de la atmósfera; á lo cual se puede agregar el enfriamiento que continuamente experimentan por la radiación hácia los espacios celestes, tanto mas intenso, cuanto mas puras son las capas superiores.

*Equilibrio de temperatura en la tierra.*—Dos grandes causas actúan para producir el equilibrio de temperatura en la tierra; por la radiación el globo está perdiendo continuamente una gran cantidad de su calor natural; pero el sol, y aun los demas planetas, están emitiendo á la tierra de continuo otra gran cantidad de calor, en virtud de esa propiedad universal que este agente tiene de ponerse en equilibrio en todos los cuerpos, la cual neutraliza aquella irradiación; esta radiación se modifica con el estado de la atmósfera, despejada ó llena de nubes, y segun sean los vientos. M. Pouillet ha sabido determinar la cantidad que el sol emite, segun queda indicado.

## Vientos.

Se ha dado el nombre de *viento* á una porción de aire atmosférico, que se mueve en una dirección cualquiera. El viento tiene varias direcciones ó rumbos: los rumbos principales son cuatro, que corresponden á los cuatro puntos cardinales de la tierra.

Se distinguen varias especies de vientos, relativamente al tiempo que soplan y su dirección. Se llaman *vientos generales ó alisios*, aquellos cuya dirección es constante, reinan entre los trópicos: *vientos periódicos ó monzones*, los que van en una dirección constante seis meses, y en dirección contraria durante otros seis; reinan particularmente en la zona tórrida: *vientos variables ó irregulares*, que soplan ya de un lado, ya de otro; estos son comunes en las zonas templadas.

Las causas que principalmente actúan para producir los vientos son: la desigual distribución del calor en la atmósfera; la pronta condensación de los vapores en el aire, y aun la atracción del sol y de la luna, puede considerarse como productora tambien de estos fenómenos.

Es probable que los vientos *alisios* sean producidos por la dilatación del aire en el ecuador. Cuando se dilata el aire de la zona tórrida, debe elevarse y dirigirse por la parte superior hácia los polos, y para reemplazar el vacío que deja en su ascensión, debe dirigirse al ecuador el aire frio de los polos; así, pues, se forman en cada hemisferio dos corrientes; la una *superior*, que va del ecuador á los polos y la otra *inferior*, que va de los polos al ecuador; pero siendo tanto menor la velocidad del aire, debida al movimiento de rotación de la tierra, cuanto mas cercano

está del polo, cuando vuelva al ecuador, debe girar con menos velocidad que las partes correspondientes de la superficie de la tierra, y un observador colocado en el ecuador, chocará contra sus moléculas con un exceso de velocidad, y experimentará una resistencia opuesta á su movimiento de rotacion de oeste á este, y de consiguiente la impresion de un viento que viene de este á oeste. La direccion de los vientos alisios solo es constante en medio de los grandes mares; pues en los continentes están sujetos á otras causas que modifican su direccion.

Las brisas ó vientos periódicos que soplan en las playas del mar, se verifican, porque la temperatura del mar experimenta menos variaciones que la de la tierra; de lo que se sigue, que el mar debe estar mas caliente que la tierra durante la noche, y mas frio durante el dia: el aire del mar es algo mas ligero por la noche; y el aire de la tierra produce una corriente, que va del continente al mar para reemplazar el espacio que deja en él el aire dilatado: durante el dia la corriente va del mar á la tierra.

Los vientos variables deben ser producidos por la rápida condensacion del vapor en la atmósfera: el vacío que deja es ocupado por el aire inmediato, en virtud de su elasticidad, lo cual conmueve una parte de la atmósfera, y escita el movimiento. Este equilibrio de la atmósfera se puede turbar por varias causas que complican mas y mas la produccion de los vientos.

La velocidad de los vientos es muy variable: ha sido observada por algunos físicos, pero no están acordes los resultados que han obtenido. Mariotte fijó la mayor velocidad en 32 pies por segundo; Derauth encontró que era de 66; Kraaf observó un dia que era de 109 pies, y otro de 129 pies por segundo.

Al viento cuya velocidad es muy grande se llama huracan: la velocidad de un huracan suele ser de 130 á 160 pies por segundo. Los efectos de los huracanes son temibles: en Julio de 1825 hubo uno en la Guadalupe que derribó casas, é imprimió tal velocidad á las tejas, que muchas penetraron las puertas de los almacenes. Esta maravillosa cantidad de movimiento es debida solo á la velocidad del aire, y aun no se ha podido explicar cómo adquiere la velocidad.

**Trompas.**—Las trompas son unos meteoros que aparecen en la tierra y en el mar, cuyo origen está desconocido. Las trompas de aire presentan el aspecto de un nubarron espeso de forma cónica, atravesado en diversos sentidos por ráfagas de luz, toman diversos aspectos mas ó menos blanquecinos, mas ó menos luminosos; dejan sentir ruidos intensos, y caminan con mas ó menos lentitud próximamente á la superficie de la tierra en direcciones tortuosas. Grossman observó en el año de 1829 una trompa de las mas notables que se han visto. Las trompas marinas aparecen ya en medio del mar, ya cerca de las costas: las que aparecen en los lagos y riberas se llaman trompas de agua. Todas parecen referirse á la misma causa.

### Higrometría.

La higrometría tiene por objeto medir la tension del vapor acuoso contenido en el aire: los instrumentos con que se mide esta tension se llaman *higrómetros* ó *higróscopos*; y se distinguen en higrómetros de absorcion é higrómetros de con-

densacion. Se dice estado higrométrico de la atmósfera á la mayor ó menor humedad que encierra.

Entre los higrómetros de absorcion se pueden contar el de Saussurre y el de Deluc. La construccion de uno y otro estriba en la propiedad que tienen ciertos cuerpos de dilatarse cuando absorben humedad: Saussurre emplea un cabello, y Deluc un filamento de barbas de ballena. El higrómetro mas comun es el de Saussurre, y sus partes esenciales son: un cabello que esté privado de su materia crasa, para lo cual se le lava en una disolucion de carbonato de sosa que esté tibia, sujeto á una piza por el extremo superior (fig. 122), y por el inferior arrollado en la garganta de una polea, cuyo eje lleva una aguja móvil: un hilo de seda arrollado á la polea sostiene un peso, con el objeto de conservar el cabello bien estirado; y un cuadrante dividido, por el que se mueve la aguja.

Para graduarlo se toman dos puntos, el de humedad extrema, y el de extrema sequedad: el 1º se obtiene colocando el instrumento debajo de una campana humedecida, y en este caso se estira el cabello lo posible, y se pone 100 en el punto del cuadrante á que llega la aguja: el 2º se obtiene poniendo el higrómetro bajo un recipiente, cuyo aire esté perfectamente desecado, lo cual se puede conseguir poniendo en su fondo ó base cloruro cálcico, ó otra sal propia para absorber la humedad, y se pone 0 en el punto del cuadrante á que ha llegado la aguja, en el máximo de contraccion del cabello: el espacio comprendido entre estos puntos, se divide en 100 partes, que se llaman grados. Este higrómetro indica el grado de humedad, pero no indica la fuerza elástica del vapor: Gay-Lussac ha llamado este vacío, y ha construido tablas en que se expresa la fuerza elástica del vapor correspondiente á tal ó cual grado del higrómetro, bajo la temperatura de 10º.

En los higrómetros de condensacion se determina la tension del vapor, haciendo descender la temperatura del aire hasta que se precipite el vapor en gotas: se observa la temperatura á que se puede precipitar ese vapor, y se busca en las tablas de las tensiones del vapor, á diferentes temperaturas, la tension correspondiente á la temperatura en que se verifica la condensacion: así, si la condensacion se verifica á una temperatura de 20º, la fuerza elástica del vapor será de 17, m m 3. Entre los higrómetros de condensacion se cuentan el de Leroi y el de Daniell.

### Meteoros acuosos.

**Del rocío, escarcha y helada.**—Llámanse rocío á las gotas de agua que se notan por las mañanas de ciertos dias sobre las plantas y otros cuerpos que están al aire libre. El fenómeno del rocío es una consecuencia de la radiacion nocturna de la tierra y de las propiedades de los vapores. Wells empezó en el año de 1800 sus observaciones sobre el rocío, y á él se debe la teoría de este meteoro. Durante las noches serenas los cuerpos se enfrian por su radiacion, y de consiguiente el aire que los rodea, disminuyendo de temperatura, deja precipitar todo el vapor que no puede disolver despues de este descenso. Cuanto mas intenso es

el enfriamiento del cuerpo, y mas humedad tiene el aire, mas abundante es el rocío.

En todos los cuerpos no se acumula la misma porcion de rocío: las principales causas que modifican este fenómeno son: 1<sup>a</sup> *la naturaleza del cuerpo*; porque los cuerpos que tienen mucho poder emisivo se enfrían mas y se cubren de mayor cantidad de rocío; 2<sup>a</sup> *el estado de la atmósfera*; si está muy cargada de nubes, se compensa la pérdida de calor de los cuerpos por la radiación de éstas, y por la reflexión que imprimen á las cantidades de calor emitidas por la tierra, y se oponen de esta manera á la formación del rocío: si el aire está bastante agitado, tambien se opone á esa formación, porque renovándose á cada momento al rededor de los cuerpos, les cede una parte del calorico, que pierden por su radiación; si está muy tranquilo, tambien se opone á la producción de una gran cantidad de rocío, pues que en tal caso no se puede precipitar mas agua que la correspondiente al aire que rodea al cuerpo; 3<sup>a</sup> *la posición del cuerpo*; una pared, un arbolado, &c., compensan en parte con su radiación la pérdida que experimentan los cuerpos situados en su intermediación, de modo que si baja su temperatura es solo con cierta lentitud. El rocío se forma principalmente á la salida del sol: es mayor en aquellos tiempos en que hay mayor diferencia entre la temperatura del día y de la noche; por esto es mas abundante en la primavera y en el otoño.

La *escarcha ó helada blanca* se produce tambien por la radiación de los cuerpos; propiamente es el rocío congelado.

Las *heladas de primavera y otoño* generalmente provienen de la radiación, y de un descenso de temperatura en el aire; pero la humedad de éste no influye en ella: es el agua contenida en las plantas la que se hiela, y por esto son muy perjudiciales estas heladas: los hortelanos evitan sus efectos poniendo cubiertas sobre sus plantaciones delicadas.

*Nieblas y nubes.*—Las nieblas en general son ocasionadas por el enfriamiento nocturno de la atmósfera, ó por la mezcla de dos aires saturados de humedad, y desigualmente calientes: en uno y otro caso se precipita toda el agua, que no puede permanecer disuelta por el descenso de temperatura.

Las nieblas que se ven sobre los ríos provienen de que el aire frio en la tierra durante la noche se calienta algo mas en el contacto del agua, cuya temperatura es superior á la de la tierra, y se satura de vapor; esta mezcla de aire y vapor, y la mayor temperatura que adquiere el aire saturado, hace que la capa inmediata al agua de los ríos se eleve cierto espacio, y encontrando el aire frio, se precipita el vapor, y se forma la niebla.

El calor del sol disipa las nieblas, dando al aire mayor facultad disolvente: un viento impetuoso tambien se opone á su existencia, porque arrebatá al vapor en sus corrientes.

Las *nubes* son especies de nieblas espesas, suspendidas á diferentes alturas de la atmósfera, inmóviles unas veces, ó con un ligero movimiento, y otras arrastradas por los vientos. Las nubes se pueden formar en el encuentro de dos capas, mas ó menos saturadas de humedad, y desigualmente calientes; por el paso de una cor-

riente de aire húmedo sobre parajes frios, tal como una montaña; y otras veces no son mas que las nieblas arrastradas por los vientos.

Las nieblas y las nubes tienen el agua en el estado de *vapor vesicular*: estos globulillos son pequeñas burbujas de aire, rodeadas de una película de agua muy delgada, segun ha observado Saussure.

La densidad de las nubes es mayor que la del aire, y sin embargo están flotando en él. Gay-Lussac cree que se sostienen por las corrientes de aire caliente, que se elevan desde la superficie de la tierra, y Fresnel dice, que la nube calentada por el sol se hace mas ligera que el aire que le rodea: ni una ni otra explicacion es satisfactoria.

*Lluvia y nieves.*—Un grande enfriamiento en las capas saturadas de humedad, ya al pasar por suelos frios ó por montañas elevadas, ya por cruzarse con masas de aire que tienen una temperatura muy inferior, puede producir la lluvia. La producción en este último caso, se apoya con lo observado, de que cuando el viento sigue una dirección constante llueve pocas veces, y al contrario si cambia de dirección.

Hay parajes en donde casi nunca llueve, como sucede en el Egipto; y hay otros, como la Noruega, en que las lluvias son muy frecuentes: las montañas en general contribuyen á precipitar la humedad del aire. Para un mismo lugar varía con las estaciones de lluvia: es mayor en el verano que en el invierno; y en un paraje cae tanta mas agua cuanto mas cerca está del equador. El *udímetro* ó *pluviómetro* sirve para determinar la cantidad de agua que cae sobre un paraje.

El *screno* es una especie de lluvia muy fina, que cae en el verano despues de ponerse el sol, sin que haya nubes en la atmósfera: esto es debido á que, disminuyendo la temperatura del aire con mucha prontitud, se condensa, y cae en gotas parte del vapor disuelto.

*Nieves.*—Se tienen pocos datos sobre la formación de la nieve, que, como todos saben, se convierten en agua por un ligero ascenso de temperatura. El capitán Scoresby ha observado en las regiones polares, que la nieve tiene una tendencia á adquirir la forma de seis radios: ha contado hasta cuarenta y ocho formas diferentes en ella.

Las *nieves rojas* que se ven en los polos y otros parajes, deben su color á un pequeño hongo (*uredo nivulitis*), que tiene la propiedad de vegetar en la nieve.

*Granizo.*—El granizo es un meteoro que mas bien depende de la electricidad; pero la teoría de su formación, causada por este agente, no está apoyada aun sobre principios incontestables; y como por otra parte siempre concurre el calor en su formación, le colocamos en los meteoros acuosos.

Dos hechos hay que explicar en el granizo; el primero, es la formación de los pequeños núcleos; y el segundo, el aumento de volumen que tienen estos cuando llegan á la tierra, tan considerable algunas veces, que se han recogido granizos de 8, de 9, de 12 y hasta de 13 onzas. Esta masa, unida á la gran velocidad que adquiere el granizo, ocasiona inmensos daños en la agricultura.

La formación de los pequeños granizos la atribuió Musembroseck á unos áto-

*mos frigoríficos*, existentes en las regiones elevadas; y despues se explicaba el aumento de volumen diciendo, que los glóbulos elementales congelaban en su caída al rededor suyo las moléculas líquidas que encontraban en su tránsito: esto no es admisible.

La formación de los pequeños granizos la explica Volta, suponiendo una rápida evaporación en una nube por la acción del sol, cuya evaporación produce el frío necesario para congelar el agua que forma los núcleos; pero esto no se puede concebir, atendiendo á que el líquido debe calentarse en vez de enfriarse, estando bajo la influencia de un calor intenso. Para el aumento de volumen supone dos nubes fuertemente cargadas de electricidad contraria, situadas una sobre otra, y que los granizos van de una á otra nube, como los cuerpos ligeros en la danza eléctrica, adquiriendo mayor volumen en cada contacto con la misma humedad de las nubes; pero no se puede concebir esto, pues que debía verificarse la explosión eléctrica con tan fuertes cargas, como son precisas para producir el fenómeno. Es indudable fuera de esto, que antes de granizar se oye un zumbido particular, como si en efecto se chocaran los granizos.

Ultimamente, Lecoq ha emitido una nueva hipótesis, en que también reconoce á la electricidad por causa del granizo, pero no deja de tener sus dificultades.

## CAPITULO II.

### Meteoros relativos á la luz.

*Espejismo*.—Se ha dado este nombre á un fenómeno que se presenta en ciertas circunstancias, principalmente en las llanuras arenosas y en los días calurosos, reducido á que los objetos lejanos de un observador producen, además de sus imágenes directas, otras imágenes invertidas, y cuyos contornos están más ó menos alterados. Monge le observó en Egipto por vez primera, y á él se debe la explicación del fenómeno. Está fundada en la reflexión total que los rayos luminosos experimentan cuando pasan de medios más refringentes á otros menos refringentes, bajo un ángulo mayor que el ángulo límite.

En los días calurosos, el sol del medio día dilata las capas de aire contiguas á los arenales; la densidad de este aire va siendo mayor desde la superficie de la tierra en que está, al mínimo, hasta una capa que tiene una densidad máxima, desde la cual empieza á disminuir esta densidad en las capas atmosféricas como de ordinario acontece. Los rayos que salen de los objetos elevados siguen una curva (fig. 133), porque pasan capas de diferente densidad: las inclinaciones van siendo mayores cada vez hasta que al fin experimenta la reflexión total en una capa *AB* y reflejándose vuelven á pasar en línea curva por el mismo medio. Un observador, colocado á distancia en *P*, verá el objeto en la prolongación de los rayos que á él se dirigen, cuyos objetos estarán invertidos, según se traza en la figura. Los objetos elevados y el mismo cielo, se ven como si se reflejaran sobre el agua tranquila de un lago. El doctor Vince, el capitán Scoresby en la Groenlandia, Biot y Mathieu en Dunquerque, Soret y Jurine en el lago de Ginebra, y otros físicos han observado diferentes veces el fenómeno del espejismo.

*Arco iris*.—El arco iris se produce por la dispersión de la luz solar al través de las gotas de agua de una nube, y por las reflexiones y refracciones que esa misma luz experimenta. Para la aparición del arco iris, son precisas dos circunstancias: primera, que el sol esté en el horizonte y á la espalda del observador que mira al arco; y segunda, que una nube que se resuelve en lluvia esté iluminada por la luz solar. Se perciben con frecuencia dos arcos: uno interior de colores vivos, y el otro exterior de colores más bajos: se llama exterior, porque rodea al primero y se produce por la luz que ha experimentado dos reflexiones en lo interior de las gotas de agua.

Se puede formar una ligera idea de la marcha que lleva la luz, considerando que una porción del rayo solar *RY* (fig. 134) penetra en el punto *Y* de una gota de agua, se dirige á *Y'*, en donde sale una parte del rayo, y otra se refleja y va á *Y''*, y así sucesivamente. La luz refractada en *Y''*, que ha experimentado una reflexión interior, se dispersa, y el ojo del observador colocado en *O* puede recibir una mezcla de rayos que le producirán una sensación débil y confusa, por la pérdida que ha tenido el haz, al atravesar la gota de agua.

De los rayos que salen de la gota líquida, después de haberse reflejado una vez, unos son divergentes y otros paralelos: estos rayos paralelos conservan su intensidad á distancia, y son los que producen el fenómeno, y por esta razón se llaman *rayos eficaces*. Los rayos paralelos que salen de las gotas acuosas des, pues de haber experimentado una ó más reflexiones, forman un ángulo con su dirección primitiva, y este ángulo es constante para los rayos de la misma naturaleza, y que teniendo la misma incidencia, sufren las mismas reflexiones: la coloración de los colores es una consecuencia de su mayor ó menor refrangibilidad; y la posición y magnitud del arco depende de la altura del sol y de la posición del observador. El cálculo demuestra y explica rigurosamente todas las circunstancias que presentan el arco interior y exterior.

La luna puede formar los arcos iris, y se suelen observar por la noche.

Los halos son círculos colorados con el rojo en el interior y el violado afuera, que aparecen al rededor del sol en ciertas estaciones del año. Mariotte explicó su formación por la presencia en la atmósfera de una multitud de agujas pequeñas de hielo que refractan la luz solar. Las coronas se parecen al pronto á los halos, pero el color rojo está afuera y el violado dentro.

Se llaman *parelios* la aparición simultánea de varias imágenes del sol: la figura de estas imágenes no es tan esférica como la del sol, ni su brillo es tan intenso como el de este astro. La Hire en París en 1663, y Mariotte en 1772, Gray y Halley en Inglaterra, han observado este meteor; pero el más notable es el que Helvelius vió en Danzich en 1661, pues acompañaban al sol seis imágenes.

Se dice *paraselene* al meteor que ofrece el espectáculo de una ó varias imágenes de la luna. Casini observó en Francia en 1633 un paraselene, y Fouchi observó otro en 1735.

Se llaman *exhalaciones* ó *estrellas cadentes* á unos pequeños globos que expanden cierta claridad y recorren la atmósfera, como si fueran en efecto estrellas des-

prendidas del cielo. Se ha supuesto que son pequeños cuerpos celestes dispersados en las regiones elevadas, pero nada cierto se sabe sobre su origen.

### CAPITULO III.

#### Meteoros que se refieren al magnetismo y á la electricidad.

##### I.

*Aurora boreal.* La *aurora boreal* es un magnífico y resplandeciente meteoro, que con algun fundamento se atribuye al magnetismo de la tierra. Suele aparecer con frecuencia en las regiones polares: desde que el sol se pone, empieza á presentarse luminosa la niebla que suele haber en el norte; es atravesada por destellos brillantes que se dirigen verticalmente; poco despues se forman dos columnas de luz al este y al oeste del meridiano magnético, quedando bastante oscuro el espacio intermedio; estas columnas convergen en su parte superior, y forman un arco brillante, de donde parten una porcion de ráfagas con direccion al zénit de su parte culminante; estas ráfagas se reúnen al fin en un círculo brillante y constituyen la *corona de la aurora boreal*. Despues de algun tiempo las ráfagas disminuyen, desaparece la corona, y el arco pierde su brillo. Se atribuye este meteoro al magnetismo, porque su corona aparece en la direccion de la aguja de inclinacion; la cima del arco se sitúa sobre el meridiano magnético; y ademas tiene grande influencia sobre la aguja imantada. M. Lottin en 1838, ha observado en el espacio de ocho meses 143 auroras boreales, desde Bossekop en la costa de West-Finmark.

##### II.

*Electricidad atmosférica.* Franklin fué el primero que consiguió sustraer la electricidad que acompaña á las nubes: en 1752 lanzó en Filadelfia un cometa armado con una punta, y cuando por una ligera lluvia se mojó la cuerda y se hizo conductor, se manifestó la electricidad en el extremo inferior, de donde sacaba chispas con la coyuntura del dedo. Romas y Dalibard comprobaron al año siguiente en Francia el descubrimiento de Franklin: el primero entrelazó con la cuerda del cometa un hilo metálico para hacerla buen conductor; y el segundo colocó en una cabaña una larga barra de hierro aislada terminada en punta por su extremo superior.

Los experimentos de Poyvillet parecen probar, que los manantiales de la electricidad atmosférica son la vegetacion, y la continua evaporacion que se efectúa en los continentes, en los ríos y sobre los mares: Faraday ha probado en 1842 que la evaporacion no desarrolla electricidad; que este fluido se debe al frotamiento del vapor con las paredes de las vasijas en que se produce, y que la electricidad desprendida por esta causa, no tiene ninguna relacion con la electricidad atmosférica.

Es opinion generalmente adoptada, que bajo un cielo sereno la electricidad del aire es positiva por lo comun; Schübler lo ha probado tambien, de la misma manera que ha visto se halla en su *minimum* poco antes de salir el sol, y entre las cuatro ó cinco de la tarde, y que está en su *maximum* hácia las ocho de la mañana, y una ó dos horas despues de ponerse el sol. Segun Pettier, la tierra está electrizada negativamente hasta las dos de la tarde, Segun Lemonier y otros físicos, al electricidad que tiene la atmósfera en tiempo sereno es negativa en algunas ocasiones. Uno de los aparatos mas simples para estudiar la electricidad atmosférica, es un electrómetro armado de una larga varilla metálica, y terminada en punta. La esperiencia demuestra tambien, que las nubes están electrizadas, unas positivamente y otras negativamente: se puede presumir, que las atracciones y repulsiones que deben producirse entre las nubes, influyan en los cambios que se observan en el cielo durante las tempestades.

*Del relámpago, del trueno y del rayo.* La formacion del relámpago, que indudablemente se debe á la electricidad de las nubes, no está bien explicada aún en la meteorología. El trueno se explicaba hace algunos años, suponiendo que en las altas capas de la atmósfera, existia gas hidrógeno en virtud de su ligereza, y que cuando se producía una chispa entre dos nubes electrizadas, se determinaba la inflamacion de este gas á espensas del oxígeno del aire: esto ocasionaba una gran formacion de vapor acuoso, cuya condensacion dejaba un vacío, este vacío era ocupado repentinamente por las capas de aire que al chocarse producian el estampido del trueno. La teoría mas admitida en el día se funda en los datos conocidos, de que la chispa eléctrica pone en conmocion el fluido por donde pasa, y aumenta su volumen. Cuando se produce la chispa entre dos nubes hay descomposicion y recomposicion de electricidad, en las capas intermedias; esto pone en una vibracion mas ó menos violenta la materia ponderable, y esta vibracion produce el ruido que despues se propaga por toda la masa. Esta descomposicion y recomposicion sucesiva de los fluidos, explica bastante bien la prolongacion y duracion de muchos truenos; aunque en estas circunstancias pueden influir los valles, los montes, y aun las mismas nubes, puesto que en estas partes se puede reflejar el ruido.

El rayo no cae, como vulgarmente se dice; no es mas que una série de descomposicion y recomposicion del fluido eléctrico entre las moléculas de la nube, del aire, y del cuerpo herido por él. Las nubes electrizadas de un modo ó de otro, actúan por influencia sobre los cuerpos próximos á ellas, aumentando la tension de fluido contrario al suyo en las partes de los cuerpos que mas cercanos están de la misma nube. Esta tension es mayor ó menor en un punto de un cuerpo, segun su conductibilidad, segun la naturaleza del cuerpo, segun sean los cuerpos adyacentes, y segun la distancia á la nube. Esta última circunstancia es muy influyente; así es que los árboles y los animales que se encuentran en despoblado son heridos con preferencia por el rayo, en razon á su mayor inmediacion á la nube, y tambien por formar una especie de punto en medio de un gran espacio. Si la tension es suficientemente intensa se produce la explosion y con ella los efectos de rayo. Tanto en este caso como cuando la descarga se produce entre dos nubes

de las cuales una está influyendo en la separacion de los fluidos en los cuerpos errestres, cesa toda influencia, y los fluidos separados en esos cuerpos se recomponen, y producen el *choque de retroceso*, que tambien causa malos efectos en los objetos en que se efectúa. Los efectos del rayo se pueden distribuir en *mecánicos*, *físicos* y *químicos*; es lo mas comun que todos se produzcan á la vez, así por esto se ven con frecuencia piezas considerables de metal arrancadas de su lugar, y sus tancias inflamadas y fundidas por la accion del rayo.

Para poner á cubierto de semejantes efectos ciertos edificios, se colocan en ellos dos ó mas *para-rayos*, segun sea su estension. El para-rayos consiste en una barra metálica, que termina en punta, y está en comunicacion con la tierra por medio de un conductor. Una nube cargada de electricidad que pasa cerca del edificio, actúa por influencia sobre la superficie de la tierra, y el para-rayos facilita la salida al fluido de nombre contrario al que tiene la nube, y combiniándose con este fluido forma un fluido natural en esta misma nube. Los para-rayos deben terminar en punta; deben tener una longitud y diámetro proporcionados, y deben estar en perfecta comunicacion con la tierra sin que tenga ninguna solucion de continuidad.

*Aerolitas.* Las *aerolitas* son piedras caídas á la tierra desde la atmósfera: su caída es evidente, aunque se ignora su origen. Hay algunas de tamaño tan extraordinario, que se calcula su peso en mil quintales. El hierro y el nickel constituyen su parte principal, y ademas encierran el azufre, la sílice, la cal, alumina, manganeso y cromo.

## APENDICE

TOMADO

DEL PRIMERO QUE EL DR. SOLLANO

puso a su traduccion de la

# FISICA DE M. POUILLET. (1)

NOCIONES DE QUIMICA INDISPENSABLES PARA LA INTELIGENCIA  
DE LA FISICA.

Para llenar el objeto indicado por el título de este apéndice, me ceñiré á compilar aquí con la mayor claridad que me sea posible los siguientes puntos, á saber: 1.º la *clasificación* de los cuerpos simples segun el orden eléctrico que se sigue en el colegio de Minería; 2.º la *teoría atómica*, la ley de los *equivalentes químicos*, y el sistema de los *números múltiples*; 3.º la *nomenclatura*, *signatura*, y *fórmulas* químicas; 4.º la ley general de las *acciones químicas*; presentando en cada cosa ejemplos, tomados de lo que, á pesar de ser comun, suele excitar más nuestra curiosidad. Nada diré que no sea tomado de los autores mas modernos, de mejor nota y de mayor nombradía.

### §1. Cuerpos simples.

Hasta hoy se numeran 56, incluso los dos últimamente descubiertos, cuyo peso atómico aun no lo determinan los autores, el *Lantano* y el *Didimo*. La siguiente abla los espresa, como tambien los signos con que se marcan y sus pesos atómicos en funcion con el oxígeno y con el hidrógeno: la he tomado de Hoefel.

(1) Este apéndice es propiedad del autor y se pone aquí con su consentimiento.

de las cuales una está influyendo en la separacion de los fluidos en los cuerpos errestres, cesa toda influencia, y los fluidos separados en esos cuerpos se recomponen, y producen el *choque de retroceso*, que tambien causa malos efectos en los objetos en que se efectúa. Los efectos del rayo se pueden distribuir en *mecánicos*, *físicos* y *químicos*; es lo mas comun que todos se produzcan á la vez, así por esto se ven con frecuencia piezas considerables de metal arrancadas de su lugar, y sus tancias inflamadas y fundidas por la accion del rayo.

Para poner á cubierto de semejantes efectos ciertos edificios, se colocan en ellos dos ó mas *para-rayos*, segun sea su estension. El para-rayos consiste en una barra metálica, que termina en punta, y está en comunicacion con la tierra por medio de un conductor. Una nube cargada de electricidad que pasa cerca del edificio, actúa por influencia sobre la superficie de la tierra, y el para-rayos facilita la salida al fluido de nombre contrario al que tiene la nube, y combiniándose con este fluido forma un fluido natural en esta misma nube. Los para-rayos deben terminar en punta; deben tener una longitud y diámetro proporcionados, y deben estar en perfecta comunicacion con la tierra sin que tenga ninguna solucion de continuidad.

*Aerolitas.* Las *aerolitas* son piedras caídas á la tierra desde la atmósfera: su caída es evidente, aunque se ignora su origen. Hay algunas de tamaño tan extraordinario, que se calcula su peso en mil quintales. El hierro y el nickel constituyen su parte principal, y ademas encierran el azufre, la sílice, la cal, alumina, manganeso y cromo.

## APENDICE

TOMADO

DEL PRIMERO QUE EL DR. SOLLANO

puso a su traduccion de la

# FISICA DE M. POUILLET. (1)

NOCIONES DE QUIMICA INDISPENSABLES PARA LA INTELIGENCIA  
DE LA FISICA.

Para llenar el objeto indicado por el título de este apéndice, me ceñiré á compilar aquí con la mayor claridad que me sea posible los siguientes puntos, á saber: 1.º la *clasificacion* de los cuerpos simples segun el órden eléctrico que se sigue en el colegio de Minería; 2.º la *teoría atómica*, la ley de los *equivalentes químicos*, y el sistema de los *números múltiples*; 3.º la *nomenclatura*, *signatura*, y *fórmulas* químicas; 4.º la ley general de las *acciones químicas*; presentando en cada cosa ejemplos, tomados de lo que, á pesar de ser comun, suele excitar más nuestra curiosidad. Nada diré que no sea tomado de los autores mas modernos, de mejor nota y de mayor nombradía.

### §1. Cuerpos simples.

Hasta hoy se numeran 56, incluso los dos últimamente descubiertos, cuyo peso atómico aun no lo determinan los autores, el *Lantano* y el *Didimo*. La siguiente abla los espresa, como tambien los signos con que se marcan y sus pesos atómicos en funcion con el oxígeno y con el hidrógeno: la he tomado de Hoefel.

(1) Este apéndice es propiedad del autor y se pone aquí con su consentimiento.

NOMBRES.	FÓRMULAS.	O=100	H=1
Oxígeno, <i>oxigenium</i> .	O	100,000	16,026
Hidrógeno, <i>hydrogenium</i>	H	62,398	1,000
Azote, <i>nitrogenium</i> .	N(Az)	80,518	14,186
	Az <sup>2</sup>	177,036	28,372
Azufre, <i>sulfur</i> .	S	201,165	32,239
Fósforo, <i>phosphorus</i> .	P	196,155	31,436
	P <sup>2</sup>	392,290	62,872
Cloro, <i>chlor</i> .	Cl	221,325	35,470
	Cl <sup>2</sup>	442,650	70,940
Bromo, <i>bron</i> .	Br	489,150	78,392
Yodo, <i>iod</i> .	J	789,750	126,570
Fluor, <i>fluor</i> .	F	116,900	18,713
	F <sup>2</sup>	233,800	37,470
Carbon, <i>carbonicum</i> .	C	76,437	12,250
	C <sup>2</sup>	152,875	24,500
Boro, <i>boron</i> .	B	136,200	22,830
	B <sup>2</sup>	272,410	43,660
Silicio, <i>silicium</i> .	Si	277,312	44,442
Selenio, <i>selenium</i> .	Se	494,582	79,263
Arsénico, <i>arsenicum</i> .	As	470,042	75,329
Cromo, <i>chromium</i> .	Cr	351,819	56,383
Molibdeno, <i>molibdaenum</i> .	Mo	598,525	95,920
Vanadio, <i>vanadium</i> .	V	855,840	137,157
Tungsteno, <i>wolframium</i> .	W	1183,000	189,621
Antimonio, <i>sibium</i> .	Sb	806,452	129,243
	Sb <sup>2</sup>	1612,904	258,486
Teluro, <i>tellurium</i> .	Te	801,760	128,500
Tantalo, <i>tantalum</i> .	Ta	1153,715	184,896
Titano, <i>titanium</i> .	Ti	303,662	48,669
Oro, <i>aurum</i> .	Au	1243,013	199,207
Platina, <i>platinum</i> .	Pl	1233,499	197,682
Rodio, <i>rhodium</i> .	R	651,387	104,392
Paladio, <i>palladium</i> .	Pd	665,899	106,718
Iridio, <i>iridium</i> .	Ir	1233,499	197,682
Osmio, <i>osmium</i> .	Os	1244,487	199,444
Plata, <i>argentum</i> .	Ag	1351,607	216,611
Mercurio, <i>hydrargyrum</i> .	Hg	1265,823	202,863
Cobre, <i>cuprum</i> .	Cu	395,695	63,415
Uranio, <i>uranium</i> .	U	2711,360	434,527
Bismuto, <i>bismuttum</i> .	Bi	886,920	142,140
Estaño, <i>stannum</i> .	Sn	735,296	117,804

Plomo, <i>plumbum</i> .	Pb	1294,498	207,458
Cadmio, <i>cadmium</i> .	Cd	696,767	111,665
Zinc, <i>zincum</i> .	Zn	403,226	64,621
Nickel, <i>niccolum</i> .	Ni	369,675	59,245
Cobalto, <i>cobaltum</i> .	Co	368,991	59,135
Fierro, <i>ferrum</i> .	Fe	339,205	54,362
Manganeso, <i>manganium</i> .	Mn	345,887	55,432
Cerio, (1) <i>cerium</i> .	Ce	574,796	92,102
Zirconio, <i>zirconium</i> .	Zr	420,201	67,340
Itorio, <i>yttrium</i> .	Y	402,514	64,508
Berilio, <i>berillium (glucium)</i> .	Be(G)	331, 26	53,088
Aluminio, <i>aluminium</i> .	Al	171,167	27,431
	Al <sup>2</sup>	342,334	54,815
Torio, <i>thorium (thoriumium)</i> .	Th	744,900	119,377
Magnesio, <i>magnesium</i> .	Mg	158,352	25,378
Calcio, <i>calcium</i> .	Ca	256,019	41,030
Estroncio, <i>strontium</i> .	Sr	547,285	87,709
Bario, <i>barium</i> .	Ba	856,880	137,325
Lítio, <i>lithium</i> .	L	80,375	12,880
Natrio, <i>natrium (sodium)</i> .	Na	290,897	46,620
Potasio, <i>kalium (potassium)</i> .	K	489,926	78,515

Diversos autores han adoptado diferentes métodos de clasificación de estos cuerpos, como también de los compuestos. Berzelio, siguiendo el sistema eléctrico, los ha colocado de suerte que cada cuerpo sea electro-negativo (es decir, que vaya al polo negativo de la pila) respecto del que le sigue; y electro-positivo (ó que vaya al polo positivo) respecto del que le precede; el siguiente orden es según la clasificación dicha:

Oxígeno.	Carbono.	Mercurio.	Manganeso.
Fluor.	Boro.	Plata.	Zirconio.
Cloro.	Silicio.	Cobre.	Torio.
Bromo.	Colombio.	Uranio.	Aluminio.
Yodo.	Titano.	Bismuto.	Itorio.
Azote.	Antimonio.	Estaño.	Glucinio.
Azufre.	Teluro.	Plomo.	Magnesio.
Selenio.	Oro.	Cerio.	Calcio.
Fósforo.	Hidrógeno.	Lantano.	Estroncio.
Arsénico.	Osmio.	Cobalto.	Bario.
Molibdeno.	Iridio.	Nickel.	Lítio.
Vanadio.	Rodio.	Fierro.	Sodio.
Cromo.	Platina.	Cadmio.	Potasio.
Tungsteno.	Paladio.	Zinc.	

Se han dividido también los cuerpos simples en *Metaloides* y *Metálicos* ó *metales*. Los Metaloides son doce:

<i>Negativos</i>				
Oxígeno.	Cloro.	Bromo.	Yodo.	Fluor.
<i>Positivos.</i>				
Hidrógeno.	Carbono.	Fósforo.	Azufre.	
Selenio.	Boro.	Azote.		
Todos los demas son metales:				
<i>Positivos.</i>				
Potasio.	Magnesio.	Zinc.	Nickel.	
Sodio.	Glucinio.	Cadmio.	Cobre.	
Litio.	Itrio.	Hierro.	Mercurio.	
Calcio.	Torio.	Plomo.	Plata.	
Bario.	Lantano.	Estaño.		
Estroncio.	Manganeso.	Cobalto.		
<i>Negativos ácidos.</i>				
Antimonio.	Cromo.	Titano.	Teluro.	
Tungsteno.	Vanadio.	Urano.	Arsénico.	
Molibdeno.	Cerio.			
<i>Negativos constantes.</i>				
Oro.	Paladio.	Osmio.	Iridio.	
Platina.	Rodio.			

Los primeros son malos conductores del calor y de la electricidad, mientras los segundos son, por el contrario, mas ó menos buenos conductores de ambos, además opacos, y por lo general dúctiles, maleables, mas densos que el agua (excepto el potasio y sodio), tenaces, sonoros, insolubles en el agua, y atacables en lo general por los ácidos, principalmente por el *agua regia* ó ácido-azótico.

De nuevo, Mr. Thenar subdivide los cuerpos metálicos en seis clases tomadas de su diferente grado de afinidad para el oxígeno: porque ó descomponen el agua á la temperatura ordinaria y es la primera clase; ó á la de ebullicion y es la segunda; ó al rojo y es la tercera; ó para absorber el oxígeno necesitan de una temperatura mas elevada y es la cuarta; ó tienen un cierto grado de calor fuera del cual ni absorben ni retienen el oxígeno, por manera que si no han llegado á él, no lo pue-

den absorber, y si han pasado de él, lo abandonan, y es la quinta clase; ó, finalmente, ni descomponen jamas el agua, ni tampoco se apoderan del oxígeno en ninguna temperatura, y es la sesta y última clase: la cual clasificacion es análoga á la eléctrica.

Nada diremos de la division en comburentes y combustibles, por estar universalmente abandonada.

De la clasificacion de los compuestos se hablará en la nomenclatura.

**Nota.**—El número de los cuerpos simples descubiertos hasta ahora, asciende ya á 62; pero el autor no habia juzgado necesario poner aquí los nuevos, son los siguientes: erbio, terbio, mobio, ilmenio, pelopio y ruthenio.

## §II. Teoría Atómica.

Estos cuerpos simples se combinan entre sí para formar compuestos; pero su combinacion se efectúa en cantidades determinadas y bajo relaciones constantes é invariables, y hé aquí ya la Química elevada al rango de una verdadera ciencia, apoyada sobre un principio fijo, y cuyas deducciones son verdaderamente matemáticas. Mas para la inteligencia de este principio es menester exponer la *teoría de los átomos*.

Los físicos asientan como verdad inconcusa y fundamental la existencia de los *átomos*: de aquí se sigue que conforme á la teoría atómica, todo cuerpo no es mas que un agregado de estas particulas infinitamente pequeñas é indivisibles: si el compuesto es de dos átomos se llama *binario*, si de tres *ternario* etc.

La descomposicion del agua ha servido de base tanto á la *teoría atómica* como á la *ley de los equivalentes*. Un volumen de oxígeno se combina con dos volúmenes de hidrógeno para formar agua, condensándose estos tres volúmenes en dos de vapor de agua: ahora bien, segun la teoría de los átomos el volumen se identifica con el átomo, de manera que siendo en el caso dos los volúmenes de hidrógeno y uno el del oxígeno, el agua será representada por la fórmula  $H_2O$ ; pero siendo 100 de agua en peso, se tienen 88,91 de oxígeno, y 11,09 de hidrógeno, ó lo que es lo mismo, si  $O=100$ ,  $H=12,48$ , porque  $100:12,48=88,91:11,09$ , ó como 8:1; de que resulta que el peso de un átomo de hidrógeno será la mitad de 12,48; es decir 6,24 pesando 100 el de O.

El peso de los átomos se deduce también, segun Dulong y Petit, de los calores específicos, fundándose en la siguiente ley, que consiste en decir: que igual cantidad de calor se necesita para calentar á un grado un átomo de cada cuerpo simple. En efecto, si se toman cuerpos simples en pesos proporcionales al peso atómico, se obtendrán iguales cambios de temperatura, producidos por iguales cantidades de calor: así, por ejemplo, si se toman 201 partes de azufre, 339 de hierro y 1243 de platina y se someten á un mismo calor, se elevan todas tres á igual temperatura. De que se sigue, que si se multiplica el calor específico por el peso atómico de cada cuerpo simple, se obtendrá un número constante, siempre que la ley sea verdadera. Para establecerla se necesita conocer los pesos atómicos, al menos de algunos cuerpos simples; pero una vez establecida, y ya determinado el número cons.

tante del producto indicado, bastará dividir este número por el calor específico para determinar el peso atómico de un cuerpo dado; dicho número, según Dulong y Petit, de quienes es la tabla siguiente, es 37,5.

Bismuto .....	0,0288	1330	38,30
Plomo .....	0,0293	1294	37,94
Oro .....	0,0298	1243	37,04
Platina .....	0,0314	1233	38,71
Estaño .....	0,0514	735	37,79
Plata .....	0,0557	675	37,59
Zinc .....	0,0927	493	37,36
Teluro .....	0,0912	401	36,57
Cobre .....	0,0949	395	37,55
Nickel .....	0,1035	369	38,19
Fierro .....	0,1100	339	37,31
Cobalto .....	0,1498	246	36,85
Azufre .....	0,1880	201	37,80

Aplicada esta ley á los gases elementales, v. g. al oxígeno, al hidrógeno, al azote, da igual número de átomos por un volumen igual; ley que de antemano establece la teoría atómica. A pesar de todo esto, Dumas reprueba esta ley de Dulong y Petit, aduciendo varios hechos que se le oponen.

*Stichiometria ó ley de los equivalentes y números proporcionales.*—Esta ley no dista mucho de la teoría atómica, mas bien es una misma cosa con ella. Ya dijimos que la descomposición del agua por Lavoisier, ha servido de punto de partida para establecer la ley de los números proporcionales, equivalentes químicos y pesos atómicos. Enunciada dicha ley en términos claros y precisos, se reduce á asentar: que los cuerpos se combinan entre sí en cantidades constantes é invariables, y en la relación mas simple: para entenderla tomemos el ejemplo del agua: dijimos que 100 de O se combinan con 12,48 de H para formarla, ó que 88,91 de O se combinan con 11,09 de H para hacer 100 de agua; porque  $100:12,48=88,91:11,09$ . La primera razón toma por unidad á uno de los elementos del compuesto, y la segunda al compuesto mismo. Aquí el equivalente del hidrógeno (H) es 12,48 tomando el oxígeno (O) por 100, es decir en función con el oxígeno, sirviendo éste de base, el compuesto, es decir, el agua, expresado en equivalentes, será HO: pasemos adelante; 100 de O se combinan con 1294 de plomo, para formar el *protóxido* de plomo; y esta misma cantidad de plomo se combina con 201,165 de azufre, para formar el *sulfuro* de plomo; y también con 442,650 de cloro para formar el *cloruro* de plomo: pues estas cantidades 100 de O, 1294 de Pl., 201,165 de azufre S, y 442,650 de Cl, son cantidades equivalentes; es decir, que pueden sustituirse las unas por las otras; pues como es patente, todas ellas se combinan con igual cantidad de oxígeno. Según esto, puede determinarse el equivalente de un cuerpo por una simple proporción, con tal que de antemano se tenga averiguada por el análisis la cantidad (en peso) de este cuerpo, que entra en cualquier compuesto; sea, po-

ejemplo: se sabe, que 66,80 de azufre, se combina con 33,20 de oxígeno para formar ácido hiposulfuroso; se trata ahora de averiguar según estos datos, cuál es el equivalente del azufre tomando el oxígeno por 100. Tendremos  $33,20:66,80=100:x=201,165$  equivalente del azufre (S). Del mismo modo se pueden encontrar los equivalentes de todos los cuerpos simples y compuestos.

No hay, pues, según esto, mas diferencia entre la teoría de los átomos y la ley de los equivalentes, sino que la una, atendiendo á los volúmenes, determina según ellos el peso del átomo: la otra, haciendo abstracción de los volúmenes y considerando absolutamente los pesos, marca los equivalentes. Por esto el agua según la teoría de los átomos, demostrada por Gay Lussac y Humboldt, en el análisis del aire por medio del eudiometro, es  $H_2O$ , y según la ley de los equivalentes es HO; pero en el fondo se reducen á un mismo principio. Ni es menester como algunos creen, dividir los átomos que suponemos indivisibles; pues la relación siempre se conserva la misma, ya sea que para espesar, v. g., el *sexquióxido* de hierro empleemos la fórmula  $FeO_2$  ó de  $Fe_2O_3$ . Ni podrá jamás probarse que se deba admitir en la práctica que un solo átomo de hierro se haya de combinar con medio de oxígeno.

Peró á la completa inteligencia de la ley de los equivalentes, nos conduce el sistema de los números proporcionales ó proporciones múltiples.

Este sistema consiste en decir, que cuando un cuerpo se combina con otro en diversas cantidades, éstas siguen una proporción constante, v. g. 14 partes de azote se combinan con 8, 16, 24, 32 y 40 de oxígeno para formar 5 compuestos diferentes, en cuya composición se nota que entra un mismo elemento; pero en proporciones múltiples del número que se considera como unidad: así en el caso los números estarían como  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , en volúmenes, ó como 1, 2, 3, 4, 5, en átomos. Hé aquí la ley de los números múltiples. Siendo de notar que jamás se combinan los cuerpos, si no es según ella; sin pasar el número de los átomos en cualquier combinación, sea del orden que se fuere, de 1 átomo del primero con 12 del segundo: y en cuanto á las combinaciones, que nos presentan los reinos orgánicos y anorgánicos: el número de los elementos que entran en ellas, jamás excede en el último del número señalado, y en el primero de cuatro: por donde se vé aun con ojos puramente físicos, con cuanta profundidad filosófica dijo el sagrado texto: *omnia in mensura, et numero et pondere disposuisti* (Sap. XI, 21).

### § III. Nomenclatura Química.

Para la perfecta inteligencia de la Nomenclatura Química, creemos preciso empezar, dando una idea clara de los órdenes de los compuestos, objeto de la misma. Estos pueden ser resultados de combinaciones definidas ó indefinidas. Las definidas, únicas de que aquí nos ocupamos, son de cuatro órdenes: porque ó se combinan solo dos elementos, y ésta es la de primer orden, v. g., el oxígeno con el hidrógeno en el agua; ó la combinación se efectúa entre dos de primer orden y forman una de segundo, que se compone de 3 ó 4 elementos, (porque uno puede ser comun en los dos componentes), v. g., el cloruro de sódio (sal marina, sal gemma

ó sal de cocina); y lo mismo todas las sales simples; ó la combinacion se hace entre dos de segundo orden, y dan una de tercero como las sales dobles v. g., sulfato de alumina y de potasa; ó finalmente, se combinan de nuevo entre sí dos combinaciones de tercer orden, resultando una de cuarto, v. g., el ferrocianato de potasa y todas las sales triples, y las de base orgánica y ácido anorgánico, ó viceversa; entendiéndose que para este cuarto orden es necesaria la compatibilidad entre los componentes por el género ó la especie.

Esto supuesto, entremos ya en la nomenclatura: ó uno de los dos cuerpos elementales que entran en una combinacion de primer orden, es el oxígeno, y entonces se le da el nombre de *óxidos* ó de *ácidos*, expresando el número de los átomos negativos con los nombres griegos *proto*, *deuto* etc., y para el último grado *per*: ó si ninguno de ellos es el oxígeno, sino otro elemento negativo ó indiferente se le da el nombre de combinacion en *uro*, v. g., cloruro, sulfuro, etc., agregando el *proto*, *deuto*, etc., para expresar como antes, el número de átomos negativos, v. g., *deuto-cloruro de mercurio*. Generalmente se caracterizan los ácidos, diciendo que enrojecen las tinturas vegetales azules; pero esto, solo en cierto respecto de los solubles en el agua.

En los ácidos, si el oxígeno se combina con un cuerpo simple en varias proporciones, y esta combinacion es electro-negativa, el compuesto menos oxigenado, se denomina con el nombre de la sustancia simple terminada en *oso*, y el mas oxigenado en *ico*, v. g., ácido sulfúrico y ácido sulfuroso, ámbos formados por el azufre y el oxígeno; pero el primero mas oxigenado que el segundo. Si el oxígeno puede combinarse en proporciones intermedias, se añade *hypo* al menos oxigenado, v. g., ácido sulfúrico, *hypo-sulfúrico*, ácido sulfuroso, *hypo-sulfuroso*.

Algunos creen que el hidrógeno, el fluor, y el cloro, forman tambien ácidos con algunos cuerpos simples; y entonces el nombre del ácido se compone de los nombres de ambos cuerpos, primero el del negativo, v. g., ácido cloro-hídrico, hidrógeno con cloro; ácido fluobórico, fluor con boro; ácido cloro-fosfórico, cloro con fósforo. Los ácidos que no tienen agua se llaman *anhídros*; los que la contienen *hidratados*, y los que solo están muy dilatados en ella, *ácidos diluidos*.

Los compuestos no ácidos de hidrógeno y otro cuerpo simple, se llaman *hidruros*; la combinacion de los metales si es con el azogue ó mercurio, se llama *amalgama*, y si no entra el azogue, *liga*.

Sales se llaman los dobles compuestos de los ácidos y óxidos combinados entre sí, es decir, las combinaciones de segundo orden, en que se contiene oxígeno en el negativo. En toda sal la base es el óxido. Esta se dice neutra si el ácido y el óxido están, y predomina el ácido; se llama *sobresal*, si predomina la base, esto es, si el óxido es *subsál*; si la forman un ácido y dos óxidos se llama *sal-doble*, si entran tres *triple*, y si cuatro *cuádruple*: la expresion con que se denomina á una sal es terminando en *ato*, el ácido, si éste acaba en *ico*, y en *ito*, si en *oso*; añadiendo el nombre de la base, v. g., la combinacion del ácido fosfórico con el óxido de calcio, que es la *cal* se llama *fosfato de cal*; y con el ácido fosforoso forma un *fosfito*; denominando el grado de oxidacion, de la base con el *proto*, *deuto*, *per*, etc.,

*Hidrato* es la combinacion del agua con los cuerpos cuando esta es *electro-negativa* v. g., *hidrato de sosa*.

El *álcali* tiene las propiedades del óxido, y ademas un sabor acre, quemante y cáustico; enverdece el jarabe de violeta; y así la propiedad alcalina encierra todo esto. Bajo el nombre de álcali se comprenden el dia de hoy los óxidos de potasio, de sodio, de litio, de calcio, de bario, de estroncio y de magnesio; los cuatro últimos, se llamaron *tierras alcalinas*: el amoniaco se suele llamar *álcali volátil*, la potasa *álcali vegetal*, y la sosa *álcali mineral*.

Otro punto hay que nos es indispensable tratar antes de concluir este parágrafo, y es el *isomorfismo* ó *dimorfismo* ó *isomerismo*. El isomorfismo (De *isos* igual y *morphe* forma) consiste en que igual número de átomos de diferentes elementos combinados entre sí de la misma manera, pueden cristalizar bajo una misma forma, v. g., el *cilicato de zinc* y de *alumina*, cristaliza en octaedros lo mismo que el sulfato de *alumina* y de *potasa*, y por esto son isomorfos. Hay innumerables ejemplos de esta clase en la naturaleza: y por esto el isomorfismo es importante no solo en la química, sino tambien en la mineralogía y en la geología. Y aun algunos autores han querido apoyar sobre él su sistema de clasificacion química, distribuyéndolos por familias naturales, v. g., oxaceos, cloraceos, carbaceos, etc.

No todos los cuerpos que tienen la misma composicion son isomorfos; pero sí, todos los cuerpos que son isomorfos tienen la misma composicion molecular en pesos atómicos; de que resulta que conocida la composicion atómica de un compuesto se puede deducir fácilmente la de otro que sea isomorfo con él; sea por ejemplo: el peróxido de hierro es isomorfo con la alumina (óxido de aluminio); luego si el peróxido de hierro igual á ( $Fe_2O_3$ ) se inferirá que la alumina= $Al_2O_3$ .

El dimorfismo consiste en la propiedad que tiene un cuerpo simple ó compuesto en cristalizar bajo dos formas diferentes que no se deducen geoméricamente la una de la otra, por ejemplo el azufre, en una solucion concentrada de sulfito de carbon, cristaliza en octaedros de triángulo escaleno, y [por fusion] en prismas oblicuos de bases rombas.

El isomerismo (De *isos* igual y *morphe* parte) consiste en que cuerpos que tienen una misma constitucion molecular, ó un mismo peso atómico presentan sin embargo diferentes propiedades físicas; por ejemplo: el ácido cianico y el ácido fulmínico son isoméricos. Esta propiedad es muy frecuente en la química orgánica.

La *signatura* y las *fórmulas* químicas son el lenguaje algebraico de la química.

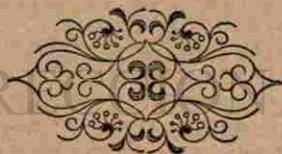
Se designa la sustancia tomando las iniciales de los cuerpos simples que la componen y escribiéndolas una al lado de otra, v. g., *óxido de plata*  $AgO$ . El número de átomos se designa por el exponente, v. g., *ácido oxálico anhídrico*  $C_2O_3$ . Se suele tambien emplear el coeficiente v. g., *sulfato de cobre cristalizado*  $SO_3 \cdot CuO \times 5HO$ . El oxígeno se puede designar con puntos arriba, v. g.  $Pb^{\cdot}$ =protóxido de plomo= $PbO$ ;  $H^{\cdot}$ =bióxido de hidrógeno. Un acento (') suele significar el azufre v. g.  $Z'n$  sulfuro de zinc. El partir una letra con una línea designa en algunos casos que se toman dos átomos de aquel cuerpo v. g.  $AzO$ = $Az_2O_5$  ácido azótico.

## § IV. Acciones Químicas.

En la formación de los compuestos hay que considerar las llamadas afinidades químicas. Bajo este nombre no debe entenderse la semejanza ó analogía que existe entre algunos cuerpos; en Química la voz afinidad tiene un sentido muy diverso. Boerhaave ha sido el primero que le ha dado la acepción que hoy tiene en la ciencia en su obra intitulada *Elementa Chimiae* en 1833. Después de él, Geoffroy esplicó las afinidades químicas denominándolas *simpattas ó atracciones particulares* de unos cuerpos para con ciertos otros; y para omitir otros muchos. Housfer la define diciendo, que "es la fuerza en virtud de la cual se combinan entre sí las moléculas constituyentes de los cuerpos," es decir, la que obra entre las mínimas partículas y á mínimas distancias, tales como son las que separan á las moléculas de los cuerpos. Por último, el Pouillet (312) estableciendo la diferencia entre las fuerzas físicas y las químicas dice: "que estas últimas no son otra cosa, sino las acciones moleculares que tienden á producir los cuerpos y á constituirlos en un estado determinado de equilibrio ó de agregación."

De todo lo cual resulta que las acciones y afinidades químicas se reducen en último análisis á las atracciones y repulsiones eléctricas de las mínimas partículas proporcionales con los pesos atómicos, de que resulta la polarización. Porque en efecto, ¿á qué debe atribuirse esa preferencia particular de unos cuerpos para otros, sino á las diferentes electricidades?

En verdad, es de notar que todas las combinaciones se efectúan entre elementos que uno respecto de otro es de diversa electricidad. Y he aquí ya la llave maestra para entender de qué modo conducen á la formación de los cuerpos el calorífico, la electricidad, la luz y todos los demás agentes químicos entre los que estos son los principales: teniendo presente que en toda acción química, sintética ó analítica, hay desprendimiento de electricidad, y de calorífico, cuando es lenta, y cuando es instantánea también de luz, lo cual se llama desflagración; pero como en el cuerpo de la obra se ha tratado de estos agentes imponderables, omitimos aquí el hablar de ellos.



## LIGEROS APUNTES

SOBRE

## EL DAGUERREOTIPO,

extraídos para esta edición,

principalmente de la obra intitulada: "Daguerreotipia por J. Thierry."

El Daguerreotipo, si atendemos á los fenómenos físicos que en él se verifican, observaremos que sus esplicaciones pertenecen á los principios de óptica, supuesto que queda reducido á una simple cámara oscura, compuesta de un tubo con lentes acromáticas. Pero si atendemos al célebre descubrimiento de Niepce y de Daguerre, (año de 1839) veremos á la Química, como el manantial de tan feliz invención; pudiendo repetir las palabras de Alfonso Dupasquier: "¡No es á la Química á lo que se debe el descubrimiento del gas para las iluminaciones, el Daguerreotipo, la galvano-plástica, el dorado y plateado eléctrico, la etherización y tantos otros descubrimientos que han aumentado tan prodigiosamente el campo del poder humano, y multiplicado de una manera tan imprevista como inesperada los recursos de la civilización!"

La teórica no será nuestro principal objeto, y ocupándonos únicamente de las reglas sencillas y necesarias para obtener un resultado perfecto, procuraremos compilar en un cuerpo de doctrina cuanto hay mas importante para practicar con facilidad las operaciones concernientes al uso del Daguerreotipo.

Observando las reglas y operaciones que pasamos á indicar, con la constancia y la práctica, los amantes al Daguerreotipo llegarán al logro de sus deseos.

En primer lugar, es necesario adquirir un buen instrumento, porque sin él es imposible al artista mas ejercitado, obtener hermosas reproducciones; así como al pintor mas hábil, imitar convenientemente un objeto, sin paleta y sin pinceles.

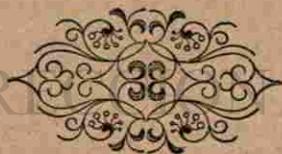
Los instrumentos mas acreditados y con los que se obtienen resultados satisfactorios, son los alemanes, mereciendo entre ellos una particular preferencia, los de

## § IV. Acciones Químicas.

En la formación de los compuestos hay que considerar las llamadas afinidades químicas. Bajo este nombre no debe entenderse la semejanza ó analogía que existe entre algunos cuerpos; en Química la voz afinidad tiene un sentido muy diverso. Boerhaave ha sido el primero que le ha dado la acepción que hoy tiene en la ciencia en su obra intitulada *Elementa Chimiæ* en 1833. Después de él, Geoffroy esplicó las afinidades químicas denominándolas *simpattas ó atracciones particulares* de unos cuerpos para con ciertos otros; y para omitir otros muchos. Housfer la define diciendo, que "es la fuerza en virtud de la cual se combinan entre sí las moléculas constituyentes de los cuerpos," es decir, la que obra entre las mínimas partículas y á mínimas distancias, tales como son las que separan á las moléculas de los cuerpos. Por último, el Pouillet (312) estableciendo la diferencia entre las fuerzas físicas y las químicas dice: "que estas últimas no son otra cosa, sino las acciones moleculares que tienden á producir los cuerpos y á constituirlos en un estado determinado de equilibrio ó de agregación."

De todo lo cual resulta que las acciones y afinidades químicas se reducen en último análisis á las atracciones y repulsiones eléctricas de las mínimas partículas proporcionales con los pesos atómicos, de que resulta la polarización. Porque en efecto, ¿á qué debe atribuirse esa preferencia particular de unos cuerpos para otros, sino á las diferentes electricidades?

En verdad, es de notar que todas las combinaciones se efectúan entre elementos que uno respecto de otro es de diversa electricidad. Y he aquí ya la llave maestra para entender de qué modo conducen á la formación de los cuerpos el calorífico, la electricidad, la luz y todos los demás agentes químicos entre los que estos son los principales: teniendo presente que en toda acción química, sintética ó analítica, hay desprendimiento de electricidad, y de calorífico, cuando es lenta, y cuando es instantánea también de luz, lo cual se llama desflagración; pero como en el cuerpo de la obra se ha tratado de estos agentes imponderables, omitimos aquí el hablar de ellos.



## LIGEROS APUNTES

SOBRE

## EL DAGUERREOTIPO,

extraídos para esta edición,

principalmente de la obra intitulada: "Daguerreotypia por J. Thierry."

El Daguerreotipo, si atendemos á los fenómenos físicos que en él se verifican, observaremos que sus esplicaciones pertenecen á los principios de óptica, supuesto que queda reducido á una simple cámara oscura, compuesta de un tubo con lentes acromáticas. Pero si atendemos al célebre descubrimiento de Niepce y de Daguerre, (año de 1839) veremos á la Química, como el manantial de tan feliz invención; pudiendo repetir las palabras de Alfonso Dupasquier: "¡No es á la Química á lo que se debe el descubrimiento del gas para las iluminaciones, el Daguerreotipo, la galvano-plástica, el dorado y plateado eléctrico, la etherización y tantos otros descubrimientos que han aumentado tan prodigiosamente el campo del poder humano, y multiplicado de una manera tan imprevista como inesperada los recursos de la civilización!"

La teórica no será nuestro principal objeto, y ocupándonos únicamente de las reglas sencillas y necesarias para obtener un resultado perfecto, procuraremos compilar en un cuerpo de doctrina cuanto hay mas importante para practicar con facilidad las operaciones concernientes al uso del Daguerreotipo.

Observando las reglas y operaciones que pasamos á indicar, con la constancia y la práctica, los amantes al Daguerreotipo llegarán al logro de sus deseos.

En primer lugar, es necesario adquirir un buen instrumento, porque sin él es imposible al artista mas ejercitado, obtener hermosas reproducciones; así como al pintor mas hábil, imitar convenientemente un objeto, sin paleta y sin pinceles.

Los instrumentos mas acreditados y con los que se obtienen resultados satisfactorios, son los alemanes, mereciendo entre ellos una particular preferencia, los de

Voigtlander y Sohn; y de Paris, los de Lerebours, Secrétan y Lormier, ofreciendo los de este último la misma transparencia que los alemanes.

Las mismas observaciones deben tenerse muy presentes en la elección de las láminas, pues esto es indispensable para obtener hermosos resultados y para que en ellas se establezca el maximum de sensibilidad, y en fin, porque si un buen instrumento es lo mas importante de la fotografía, las láminas son la condicion mas esencial.

Las buenas láminas deben tener un buen brillo metálico; deben estar exentas de picaduras, de rayas y de señales en que aparezca el cobre; deben elegirse las de número 30, pues estas pueden resistir á varios pulimentos. Las mejores láminas son las de Lerebours y Secrétan y últimamente las de Scowils.

Las láminas se componen de una capa gruesa de cobre, y encima una ligera capa de plata; debiendo observarse que una lámina que haya sufrido cinco ó seis pulimentos y aquellas que hayan sido espuestas al fuego del cloruro de oro han de desecharse para las siguientes reproducciones, porque estas sucesivas manipulaciones hacen que queden por último, inservibles. Las láminas para obtener hermosos resultados, deben resguardarse de la humedad, y aun en tiempo de frío es conveniente antes de sujetarlas al pulimento esponerlas al calor.

Daremos una idea de los aparatos que debe tener el que se dedique al arte fotográfico.

Cámara obscura con sus lentes y su tripié (1).

Dos cajas de madera, teniendo en su interior una de cristal grueso y la tapa del mismo cristal. Estas dos cajas deben corresponder al tamaño del aparato y sirven para colocar en una de ellas el yodo y en otra lo que se llama *sensitiva*, de la que hablaremos adelante. Algunos usan otra tercer caja que la destinan al bromo, mezclado con agua en la proporción de 1 á 3, y sirve para acelerar el tiempo que se maneja la lámina en la cámara obscura.

Un aparato de fierro colado destinado para el mercurio, teniendo en una de sus paredes interiores un canal donde debe colocarse un termómetro que indique los grados de calor que vaya recibiendo el mercurio del aparato.

Un aparato de alambre bastante grueso [aunque son mucho mejores los de fierro colado] para colocar en la parte superior las láminas y cubrir su superficie de cloruro de oro. Este es el que se conoce con el nombre de *aparato para el cloruro de oro*.

Un aparato de fierro colado en forma plana, teniendo en su parte superior una plancha del mismo metal que, cayendo horizontalmente sobre la lámina colocada en la plancha inferior, quede asegurada por un tornillo que sujete á la plancha superior; esto es lo que se conoce con el nombre de *aparato para pulir*.

Una tira de madera gruesa un poco convexa, forrada de piel de ante y rellena

(1) Estos aparatos son de varias clases en cuanto á su tamaño, pues unos sirven para láminas cuartas y sextas únicamente; otros para medias, cuartas y sextas, y otros para toda clase de láminas.

na de algodón, lana ú otra materia suave, cubierta de nuevo con otra piel de ante. Tiene en uno de sus extremos un mango, sirve para dar brillo á las láminas despues de su pulimento y es conocido con el nombre de *bofeador*.

Una lámpara de espíritu de vino, la cual debe colocarse bajo el aparato del mercurio.

Unas tenazas ó pinzas para tomar la lámina despues que ha sido clorurada.

Bromo, Yodo, Mercurio, Sensitiva, Acido nítrico, Cloruro de Yodo Cloruro de oro, Hyposulfito de sosa, Tierra podrida [muy bien molida] Tripoli, Rojo de Inglaterra, Algodon [muy bien escarmenado] ó panilla, que vulgarmente se conoce con el nombre de terciopano.

Las operaciones que se deben practicar para obtener un buen resultado, son las siguientes:

Primera operacion, pulimento de la lámina.

Segunda idem, exposicion de la lámina en la caja del yodo y de la sensitiva.

Tercera operacion, exposicion á la cámara obscura.

Cuarta operacion, exposicion de la lámina á los vapores del mercurio.

Quinta operacion, quitar la capa del yodo de que está cubierta la lámina por medio del Hyposulfito de sosa, y lavadura de la lámina.

Sesta operacion, fijar el retrato por medio del cloruro de oro.

De cada una de ellas hablaremos separadamente.

### Primera operacion.

Antes de entrar en materia, diremos, que el pulimento de la lámina, es el escollo de la fotografía, y la parte mas esencial en que consiste un resultado feliz. Esta manipulacion, siendo muy delicada, exige una mano muy diestra, de la que pocos están dotados, pero que una práctica continua los puede conducir á dicha perfeccion.

No debe olvidarse que en esta operacion tiene una parte muy activa lo fino del algodón, y del Trípoli. Se coloca la lámina en el aparato para pulir, se asegura por medio del tornillo, y echando sobre ella una pequeña cantidad de Trípoli, se arrojan encima unas gotas de agua acidulada, y con una bolita de algodón se empieza á frotar la lámina en un sentido circular, con suavidad y reemplazando nuevos algodones cuando ya deban desecharse.

Tres manipulaciones semejantes son suficientes para que quede bien limpia la lámina, lo cual es fácil de conocerse á primera vista; y es una de las circunstancias en que debe ponerse mas esmero y cuidado, pues si la lámina no está bien limpia, despues de practicar las seis operaciones, se obtendrá un resultado muy imperfecto y todo el trabajo se habrá perdido. Despues de estas manipulaciones, se secará muy bien la lámina con una bola seca de algodón, y echando con una muñequilla Rojo de Inglaterra, sobre la piel de ante de que está cubierto el *bofeador*, se pasará éste repetidas veces sobre la estension de la lámina hasta que aparezca su verdadero brillo metálico.

### Segunda operacion.

Observando religiosamente las reglas para el pulimento de la lámina, se colocará en la caja del Yodo para que reciba la evaporacion, donde se deberá tener hasta que reciba un color amarillo bajo, subido, ó color de oro, segun los tonos que quiera sacar el amante al Daguerreotipo, y para lo que bastan seis ú ocho segundos cuando hay en la caja una regular cantidad de Yodo. Inmediatamente se pasa á la caja de la Sensitiva [1], donde deberá tenerse la lámina hasta que tome un color violeta ó morado subido, y para lo que bastan dos ó tres segundos, si está muy fuerte la preparacion; aunque en cuanto al tiempo en que deba permanecer la lámina, no puede fijarse de un modo estable, y solo determinarse por la continua práctica.

No bien acaba de observarse el color de la lámina, despues que ha estado en la caja de la Sensitiva (procurando que no le dé la luz, que disminuiría el grueso de la capa de Yodo) cuando algunos operadores pasan inmediatamente la lámina á una tercer caja en que se encuentra Bromo mezclado con agua en la proporcion de 1 á 3, y sirve como hemos dicho antes para acelerar la operacion. Ningun licor nos parece mas á propósito que el formado por J. Thierry cuya receta pondremos al fin en compañía de otras. En esta caja deberá estar dos segundos, é inmediatamente deberá colocarse la lámina en su bastidor respectivo para que se pase lo mas pronto posible á la cámara oscura.

### Tercera operacion.

Inútil parece advertir que antes de colocar la lámina en la cámara oscura, deberá colocarse la persona que va á retratarse, delante de un fondo muy parejo y liso, debiendo preferirse los colores oscuros ú otros que por la refraccion de la luz, como el amarillo caña, se convierten en negros, pues estos son los que dan mejor efecto en los retratos. Colocada ya la persona, se coloca el instrumento en frente de ella, y se toma el verdadero foco, que se conoce por medio del vidrio raspado que debe ponerse en lugar de la lámina, observando si nada se opone al buen gusto, y viendo si se marcan los mas pequeños detalles que existan en los objetos que se quieran reproducir. Se tapa el tubo del aparato, se quita el vidrio raspado y en su lugar se coloca el bastidor con la lámina ya preparada: estas operaciones deben ejecutarse con la mayor precaucion pues el menor movimiento produciria un gran cambio y error en el resultado. Se destapa el instrumento; la lámina se halla bajo la influencia de la luz, y entonces principia la operacion.

Otra precaucion indispensable es que la persona esté quieta y aun es bueno asegurarle la cabeza: igualmente es muy oportuno que la luz que baña á la perso-

(1) Hay varias clases de sensitivas: deben usarse de entre ellas las que han producido mejores resultados en multitud de esperiencias. Véanse al fin algunas recetas.

na, principalmente si es hombre, venga de un solo lado, prefiriéndose siempre la luz del Norte, recogiéndola lo mas que sea posible por medio de cortinas y bastidores. Se obtiene el que dé la luz por un solo lado, poniendo del otro un bastidor forrado de lienzo blanco; entonces los contornos de las fisonomías son mucho mas vigorosos por el efecto de las medias tintas en contraposicion de los oscuros. En cuanto á las señoritas, á fin de que resulten mas suaves los contornos, debe separarse un poco el bastidor á fin de que dé la luz por ambos lados y la fisonomía no resulte tan caracterizada. El tiempo que debe permanecer la lámina en la cámara oscura para que se reproduzca la imágen, depende de la intensidad de la luz que cambia á cada instante del dia, y del grueso de la capa de Yodo con que se ha preparado la lámina; pudiendo únicamente asegurar, que si despues de exponer la lámina á la evaporacion del mercurio, está muy negra y muy poco marcados sus contornos, es indudable que ha faltado tiempo, así como será señal segura que ha sobrado tiempo, si la imágen resulta blanca y medio borrada.

“Muy oportuno nos parece exponer la accion química del Yodo sobre la capa de plata de la lámina, antes de explicar la cuarta operacion. Los claros de un retrato son producidos por gotitas amalgamadas de plata, formadas y depositadas sobre la superficie de la lámina, y los negros por el bruñido mismo del metal y un polvo de plata y de mercurio. Esta teoría está fundada en los tres hechos siguientes: 1.º El Yoduro de plata bajo la accion de la luz se convierte en *sub-yoduro*: 2.º Este subyoduro en contacto con el *proto-yoduro* de mercurio dan nacimiento al yoduro y al mercurio metálico. 3.º Del mercurio metálico puesto en contacto con el yoduro de plata, resulta el proto-yoduro y la plata desaparece.

“Atendiendo al primer punto, no nos separamos de la opinion general, á saber: que el yoduro de plata se convierte por la luz en *sub-yoduro*; y un hecho que entre otros parece confirmar esta opinion, es, que si despues de haber expuesto una lámina de plata al vapor del yodo, luego á la luz y en seguida se lava con hyposulfito de sosa, quedará sensiblemente en su superficie un polvo insoluble de sub-yoduro de plata.

“Recordando fenómenos ya conocidos, veremos la verdad del hecho segundo; pues se sabe que los yoduros de plata determinan con el proto-yoduro de mercurio la formacion del bi-yoduro de este metal, y un depósito de mercurio metálico.

“Y en fin, el tercer hecho puede verificarse poniendo una gran cantidad de mercurio en contacto con el yoduro de plata: se recoge bien pronto yoduro verde de mercurio y una amalgama de plata.

“Asentadas estas observaciones, consideremos las consecuencias de las tres operaciones principales de la fotografia; la exposicion de la lámina en la cámara oscura, la exposicion de la misma en la caja destinada para el mercurio, y la lavadura.

“Veamos una lámina cuya superficie cubierta de yoduro de plata esté sometida á la luz de la cámara oscura; al instante empieza la accion, pero con una diferencia esencial en el modo con que se va impresionando; en efecto, en lugar de una luz repartida uniformemente, recibe una distribucion desigual de los rayos

luminosos. Desde entonces el yoduro de plata se modifica en razon directa de las intensidades. Donde es mas viva la luz, hay produccion abundante de sub-yoduro de plata, y emision de yodo; donde debe aparecer una media tinta, la formacion del subyoduro se debilita en la misma relacion que la disminucion de la luz; en fin, en las sombras mas negras, el yoduro es atacado muy débilmente, porque la ausencia de las irradiaciones no puede ser de tal naturaleza que no deje de producir alguna alteracion en el yoduro de plata.

“¿Y qué sucede cuando una lámina acabando de salir de la cámara oscura, se expone al vapor del mercurio? Este metal obra sobre todo el yoduro de plata que encuentra sobre la lámina. Acabamos de ver que este yoduro se ha conservado en los negros, y los claros presentan tambien cierta cantidad aunque mucho menor; pues este debe ser el resultado de un buen retrato. En los negros se forma con abundancia y en los claros con debilidad del proto-yoduro de mercurio y de la plata metálica. La accion se paraliza en cuanto á los negros; pero no se verifica lo mismo en cuanto á los claros, porque el protoyoduro de plata da lugar á una doble descomposicion: el subyoduro queda reducido, y el protoyoduro se divide: una parte pasa al estado de bi-yoduro, mientras que la otra igualmente reducida, viene á ser el verdadero origen del mercurio que, uniéndose sin duda con la plata que ha permanecido libre, se distribuye sobre la lámina pero sin adherirse á ella. Esta es la razon por qué las partes mas claras de un retrato aparecen mas pronto; reciben tanta mayor cantidad de mercurio cuanta mayor haya sido la intensidad de la luz á que han estado espuestas, y por lo que son mas abundantes en sub-yoduro. Las sombras mas intensas, al contrario, no ofreciendo á la reaccion del mercurio mas que el yoduro de plata, este no puede ofrecer sino un velo mas ó menos profundo de yoduro verde mezclado á la plata metálica, que por su estado de estrema division aparece negro; este último quedará, pues, de reserva para formar mas tarde los negros del cuadro. Pero entre estos dos puntos extremos, entre las sombras mas fuertes y los claros mas puros, debe establecerse una media tinta, admirablemente exacta, pues es el resultado del trabajo mas ó menos completo de la luz, y ella se aclara ó se oscurece segun la riqueza ó escasez de la capa de sub-yoduro de plata.

“Saliendo de esta operacion la lámina, se presenta á la vista con una apariencia negra ó verduzca en las sombras donde el protoyoduro de mercurio no se ha descompuesto; mientras que es de un color rosado y aun muchas veces rojo fuerte en los blancos mas intensos que no tienen sino una amalgama de plata en gotitas imperceptibles cubiertas de una capa de bi-yoduro de mercurio.

“Cuando se ha acabado esta operacion, y se lava la lámina en una solucion de hyposulfito de sosa, veremos que el yoduro rojo de mercurio se disuelve; y en cuanto al yoduro verde debe aun experimentar una descomposicion; se convierte en bi-yoduro que desaparece y en mercurio metálico que queda sobre la lámina.

“Así, pues, en resumen, los claros son producidos por un polvo muy tenue de amalgama de plata, depositada sobre la lámina: estos claros son tanto mas vivos, cuanto es mas abundante este polvo y mas rico de plata: en cuanto á los

negros son el resultado del depósito de una plata estremadamente dividida, mezclada mecánicamente con una muy débil cantidad de mercurio proveniente de la lavadura. Esperamos que esta exposicion, aunque muy abreviada, satisfará á multitud de cuestiones que no han sido resueltas todavia, y ofrecerá recursos para la reproduccion de hermosos ensayos (1).”

#### Cuarta operacion.

Inmediatamente que la lámina se ha impresionado por la accion de la luz, es necesario hacer que aparezca la imagen que aun no es visible. Al efecto se le somete á una atmósfera vaporosa de mercurio, se le transporta al instrumento llamado *cámara para el mercurio*, comunicando á la cubeta que está colocada en su parte inferior (la cual contiene esta sustancia) el calor por medio de la lámpara destinada á este objeto. Las moléculas de mercurio van á fijarse sobre las partes mas ó menos impresionadas, forman entonces los claros, las medias tintas segun el estado de degradacion de la capa sensible, mientras el bruñido de la lámina forma los negros. Este conjunto produce entonces el dibujo con una perfeccion inimitable; mas para esta perfeccion, es esencial que la degradacion de la capa sensible haya sido medida rigurosamente en razon de su sensibilidad.

No es la operacion del mercurio tan fácil como parece á primera vista; deben tomarse las siguientes precauciones: 1.ª La cámara de mercurio debe colocarse en cuarto obscuro; porque una nueva luz podia impresionar aun la lámina sobre toda su superficie, aunque débilmente, pero, sin embargo, lo suficiente para que desapareciesen los negros, y favoreciesen la adherencia del mercurio. 2.ª Debe preservarse la caja del mercurio de la humedad, á fin de evitar los inconvenientes de la condensacion de los vapores ocasionados por una transicion cualquiera de temperatura. 3.ª La caja debe colocarse muy sólidamente, porque algun movimiento que espermentase, estando ya colocada la lámina, haria saltar al mercurio y formaría manchas sobre el retrato.

Observando las tres precauciones anteriores, debe calentarse la cubeta que contiene el mercurio hasta que su temperatura llegue á 45 ó 50°; entonces debe alzarse la lámina con mucho cuidado y con la luz de una vela, observar el progreso de la adherencia mercurial y segun ella, decidir si está ó no terminado el retrato, pues el tiempo de la exposicion á los vapores mercuriales no puede fijarse con exactitud, porque una multitud de causas pueden modificarla; su duracion es relativa á la dimension del aparato, á la cantidad de mercurio que contiene, al grado de temperatura que se halla establecido para favorecer la evaporacion, y principalmente al espesor de la capa sensible. Debe, por último, estar bien limpia la cámara para el mercurio.

(1) Estas explicaciones están tomadas de la exposicion á la academia de las ciencias el 26 de Junio de 1846 por MM. Choiselet y Ratel.

### Quinta operacion.

Acabando de salir la lámina de los vapores del mercurio, todavía está cubierta con las capas que ha recibido de los vapores del Yodo y de la sensitiva y debe procurarse entonces quitarle dicha capa, lo cual se consigue con un baño de solución de hyposulfito de sosa en la proporción de 100 gramos de esta substancia para medio litro de agua. Así que haya desaparecido completamente la capa ya indicada y la lámina presente su brillo metálico, deberá lavarse con agua destilada varias veces y despues colocarse en el aparato para clorurarla, que es el objeto de la:

### Sesta y última operacion.

Sin que se haya secado esta lámina y colocada en el aparato ya descrito, que debe estar á nivel, se derrama encima de ella la solución del cloruro de oro (1) hasta que quede completamente cubierta y se le calienta fuertemente por medio de la lámpara, que debe tener en este caso una llama demasiado fuerte, hasta que el dibujo aparezca en todo su brillo. Se tira entonces la solución de que se ha cubierto la lámina; se lava en agua destilada, y despues, tomándola con las pinzas, se secará con la lámpara soplando al mismo tiempo la capa de agua de que se halla cubierta, con lo que quedará concluida la operacion.

### Resúmen de las operaciones.

- 1.º Pulimento de la lámina.
- 2.º Exposicion de la lámina en la caja del Yodo y de la Sensitiva.
- 3.º Exposicion en la cámara oscura.
- 4.º Exposicion de la lámina á los vapores del mercurio.
- 5.º Quitar la capa del Yodo de que está cubierta la lámina, por medio del hyposulfito de sosa, y lavadura de la lámina.
- 6.º Fijar el retrato por medio del cloruro de oro.

En cada una de estas operaciones, muchas causas pueden paralizar el efecto de un buen suceso, por no haber tenido todas las prevenciones que anteriormente hemos asentado. Vamos á reasumir bajo una forma condicional los casos en que no se obtienen buenos resultados.

Primera operacion.—Pulimento de la lámina.

El pulimento puede ser defectuoso:

- 1.º Si las substancias empleadas para este efecto son de mala calidad, están húmedas, etc.
- 2.º Si la mano no está suficientemente ejercitada.

(1) Véanse al fin las recetas.

3.º Si no se ha tenido cuidado en evitar los inconvenientes relativos á la temperatura.

Segunda operacion.—Exposicion de la lámina en la caja del Yodo y de la Sensitiva.

El Yoduro de plata será poco sensible y aun su sensibilidad podrá hacerse nula:

- 1.º Si la Sensitiva que se emplea está formada en falsas proporciones.
- 2.º Si el Bromo ú otro agente acelerador no es relativo á la caja de Yodo formada primitivamente.
- 3.º Si esta operacion se ha hecho á una luz muy fuerte.
- 4.º Si se han empleado láminas que han sufrido cinco ó seis pulimentos, ó que hayan sido cloruradas.

Tercera operacion.—Exposicion á la cámara oscura.

Será defectuosa:

- 1.º Si la humedad se ha condensado sobre las lentes del instrumento.
- 2.º Si este mismo inconveniente se desarrolla sobre la superficie de la lámina durante su exposicion.
- 3.º Si la luz se ha introducido en el interior de la cámara oscura.
- 4.º Si no se ha tomado rigurosamente el foco despues de haber reconocido sobre el vidrio raspado la estrecha claridad del objeto que se va á reproducir.
- 5.º Si el instrumento ha sufrido algun movimiento.
- 6.º Si durante la exposicion el objeto no se ha mantenido en una completa inmovilidad.
- 7.º Si el tiempo de la exposicion no ha sido proporcionado á la intensidad de la luz.

Cuarta operacion. Exposicion en la cámara del mercurio.

Será defectuosa

- 1.º Si la lámina ha sufrido un cambio de temperatura al salir de la cámara oscura
- 2.º Si no se ha sujetado sólidamente el aparato.
- 3.º Si el lugar que se ha elegido para esta operacion está lleno de luz.
- 4.º Si por la falta de costumbre la prueba ha sido poco ó demasiado mercurizada.

Quinta operacion. Quitar la capa de yodo y lavar la lámina.

Será defectuosa

- 1.º Si la solución de hyposulfito no ha sido suficientemente concentrada ni capaz de quitar la capa de yodo sino despues de un tiempo muy largo, ó incompletamente.
- 2.º Si la cantidad de agua destilada no ha sido suficiente para la lavadura; lo que se conoce fácilmente por los rastros de hyposulfito que quedan sobre la lámina.

Sesta y última operacion. Fijar el retrato por medio del cloruro de oro.

Será defectuosa

- 1.º Si no se ha quitado perfectamente la capa del yodo y no está bien limpia la lámina.
- 2.º Si el aparato para el cloruro no se ha puesto á nivel.

3.º Si la operacion se ha dirigido con bastante rapidez, de suerte que no se han podido apreciar los diferentes grados de coloracion.

4.º Si, en fin, despues de haber lavado la lámina en el agua destilada, no se ha secado inmediatamente.

## VARIAS RECETAS.

### SENSITIVAS.

PRIMERA.—4 partes cloruro de yodo.

2 partes Yodo.

1 parte Bromo.

4 partes de agua.

SEGUNDA.—5 partes Yodo.

1 parte de Bromo.

1 idem de ácido nítrico muriático.

4 partes de agua.

TERCERA.— $\frac{1}{2}$  de onza de ácido sulfúrico.

$\frac{1}{2}$  de onza de ácido nítrico.

$\frac{1}{2}$  onza de cloruro de Yodo.

2 onzas de Bromo.

Todo mezclado en una pinta de agua destilada.

CUARTA.—1 onza de Yodo.

2 onzas de Bromo.

$\frac{1}{2}$  onza de ácido muriático.

Todo mezclado en una pinta de agua destilada.

### Modo de preparar el cloruro de oro.

Se disuelve en un frasco que contenga medio litro de agua pura, un gramo de cloruro de oro; en otro frasco que contenga la misma cantidad de agua, se disuelven tres gramos de Hyposulfito de Sosa (1); estando bien disueltas ambas sustancias, se derrama poco á poco, y meneando el frasco, la disolucion de oro en la de hyposulfito de sosa; el licor mezclado presentará un color amarillento, pero no tardará en ponerse completamente claro, en cuyo estado podrá usarse de él.

[1] Se puede preparar el cloruro de oro en menores cantidades guardando la proporcion de 1 á 3.

### Licor aceleratriz de J. Thierry.

En un frasco de cristal de la capacidad de un cuarto de litro (que se llenará de agua, sacando una tercera parte para colocarla en otro frasco) se dejan caer veinte gramos de Bromo puro.

En seguida se introducen grano por grano, tantos de Yodo cuantos pueda disolver el Bromo. En el segundo frasco se introducen de ocho á diez gramos de cloruro de Yodo rojo; al instante se forma un lodo negruzco; se añaden entonces de veinte á treinta gotas de ácido sulfúrico, se sacude la mezcla repetidas veces y se la deja reposar veinte y cuatro horas. Luego que ha trascurrido este tiempo, y que el líquido está muy limpio, se derrama con precaucion en el segundo frasco que contiene el bromuro de Yodo, no introduciéndolo repentinamente, lo cual seria muy perjudicial.

Algunas gotas de este licor, derramadas en una tercera caja (1) que contenga agua pura, procurando renovar dichas gotas cada tercer dia, serán suficientes para acelerar la operacion.

[1] Esta debe ser igual á las que hemos descrito anteriormente, y que hemos destinado para el Yodo y la Sensitiva.

DESCRIPCION CURIOSA  
DEL  
KALEIDESCOPIO.

Kaleidescopio (Griego *καλος*, hermoso, *ειδος*, forma, *σκοπειν*, yo veo.) Juguete óptico, inventado por David Brewster, que por una disposicion particular de superficies reflectantes, presenta á la vista una serie de figuras simétricas, notables por su belleza.

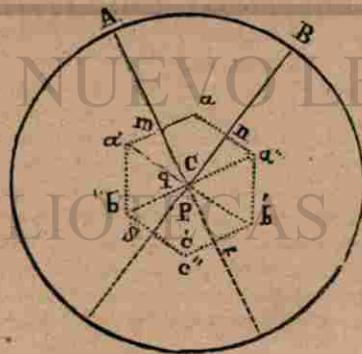
El Kaleidescopio está formado por dos espejos ó tiras de vidrio, que tienen desde seis hasta diez pulgadas de largo y de una pulgada á pulgada y media de ancho en un extremo, mientras que el otro tiene algo menos. Estos espejos están reunidos por sus aristas longitudinales ó inclinados unos sobre otros bajo un ángulo, que debe ser una parte alieñota par, de la circunferencia (la sesta, octava, décima &c.) Las aristas de los espejos se conservan en contacto por un pedazo de liston de seda negro pegado á lo largo de las espaldas de los dos espejos: si estos son de vidrio deben estar ennegrecidos con barniz ó lacre negro para impedir la reflexion de sus caras posteriores. Armados los espejos bajo un ángulo conveniente, se colocan en un tubo de hoja de lata y se aseguran en él por medio de pedazos de corcho ó de madera encajados entre el tubo y los vidrios. En la tapa del tubo se hace un agujero pequeño que sirve para la vision, y en el otro extremo del tubo se colocan dos vidrios planos paralelos y perpendiculares al eje del tubo, distando entre sí como un octavo de pulgada. En el espacio que encierran estos dos vidrios se ponen los objetos que han de producir las imágenes: los que son mas propios para esto, son: pedacitos de vidrio de color, cuentas y otras sustancias transparentes y coloridas, de un tamaño tal, que girando el tubo se muevan libremente y cambien de posicion.

Aplicando el ojo á la pequeña abertura del tubo, los objetos encerrados entre

los dos vidrios, se ven multiplicados por repetidas reflexiones entre los dos espejos, y presentan una sucesion de imágenes simétricas colocadas al rededor de un centro y combinadas en un todo perfecto. Como los objetos colocados entre los dos vidrios están enteramente libres, cada movimiento del tubo, cambia su posicion relativa y produce una nueva imagen y este cambio constante, así como la infinita variedad de combinaciones, produce un efecto muy agradable.

Para representar el modo en que se produce esta multiplicacion de imágenes, sean A C y B C (fig. 1) los espejos, formando un ángulo de  $60^\circ$ ; sea *a* tambien un objeto colocado entre los planos de los dos espejos, ó uno de los cuerpos diáphanos colocados entre los dos vidrios planos de la estremidad del tubo. Cuando un objeto se refleja en un espejo, la imagen aparece siempre detras del espejo (en la línea perpendicular) á una distancia igual á la que hay del objeto mismo al espejo. Por consiguiente, tirense *am* y *an* perpendiculares á AC y BC y prolonguense hasta *a'* y *a''* de modo que  $am = a'm$  y  $an = a'n$ ; entonces *a'* y *a''* serán las dos imágenes de la primera reflexion del objeto *a*. Estas imágenes harán en la segunda reflexion el papel de nuevos objetos. Tirense *a'p* y *a''q* perpendiculares á BC y AC prolongándolas hasta que  $p'b' = a'p$  y  $q'b'' = a''q$ ; *b'* y *b''* serán las imágenes de la segunda reflexion. Tirense aun *b'r* y *b''s* perpendiculares á AC y BC, y prolonguense hasta que  $b'r = r'c$  y  $b''s = s'c$ ; *c'* y *c''* serán las imágenes de *a* formadas por la tercera reflexion. Pero por las propiedades geométricas de esta figura, estos dos puntos *c'* y *c''* coinciden, ó las imágenes se confunden en una sola y el objeto se verá en seis puntos diferentes colocados simétricamente en un campo circular al rededor del centro C. Del mismo modo, si los espejos hubiesen formado un ángulo de la octava parte de la circunferencia, el objeto apareceria en ocho posiciones diferentes; pero si el ángulo en C que es el ángulo de los espejos, fuese la  $7^\circ$ ,  $9^\circ$  ó cualquiera alieñota impar de  $250^\circ$ , las imágenes no coincidirán, ni se verificará su colocacion simétrica.

Fig. 1<sup>a</sup>





ELEMENTOS

DE

**GEOGRAFIA,**

EXTRACTADOS

De la obra de *Aranda*,

con varias adiciones sobre la

República Mexicana.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE

---

# GEOGRAFIA.

---

## PRELIMINARES.

---

1. Qué es geografía.—2. En qué partes se subdivide.—3. Qué es cosmografía.—4. Qué es geografía física.—5. Qué es geografía política é histórica.—6. Qué partes abraza la geografía física y política reunidas, y á qué divisiones debe subordinarse la parte descriptiva.

1. La *geografía* (de *γη* tierra y *γραφω* describo) es la ciencia que trata de la descripción de la tierra, dándonos á conocer su forma, estension, divisiones naturales y políticas, climas, producciones, habitantes, &c.

2. La *geografía* se subdivide en tres partes principales; á saber: la *geografía astronómica y matemática ó cosmografía*; la *geografía física* y la *geografía política é histórica*.

3. La *Geografía astronómica y matemática ó cosmografía* trata de las relaciones de la tierra con el resto del universo; describiendo el mundo y esponiendo las leyes generales que le rigen, esto es, el sistema solar con la forma, tamaño y movimientos de la tierra, la determinacion de la longitud y de la latitud, ó sea la situacion de los diferentes puntos del globo, &c.

4. La *Geografía física* nos enseña la configuracion del globo, sus divisiones naturales, la naturaleza del suelo, el curso de las aguas, las producciones de los tres reinos, los fenómenos atmosféricos, &c.

5. La *Geografía política é histórica* nos da á conocer las divisiones convencionales de la tierra; la poblacion, el gobierno, las costumbres de cada pais, las vicisitudes de cada comarca, las relaciones industriales, comerciales, políticas, &c.

6. La *geografía, física y política* reunidas abrazan dos partes: la teórica y la descriptiva. En esta se subordinan generalmente las divisiones naturales á las políticas: nosotros por el contrario, subordinaremos las políticas á las naturales, base única sobre que pueden apoyarse los detalles geográficos, si no queremos acumular hechos sin trabazon y hacer meros catálogos de paises y ciudades, como si formásemos el inventario del globo.



§ I. **De los cuerpos celestes.** 1. A qué llaman cuerpos celestes.—2. Están muy distantes las estrellas.—3. Cuantas se perciben á simple vista y á qué se llaman nebulosas y vía lactea.—4. Qué son constelaciones.

§ II. **Idea sumaria del sistema solar.** 1. Qué idea formaron los antiguos y que hizo ver su error en este sistema.—2. Que es el sol.—3. Qué son los planetas.—4. Qué son los satélites.—5. De la luna y sus fases.—6. Qué son los cometas.—7. De la tierra y sus movimientos.—8. A qué se llama esfera celeste.—9. Explicar lo que se entiende por ejes, polos del mundo, ecuador, círculos, paralelos, meridianos, etc.—10. Qué se entiende por Zenit, Nadir y horizonte.—11. Explicacion de la esfera armilar.—12. Explicacion de la esfera terrestre.—13. Polos de la tierra.—14. Qué se entiende por puntos cardinales y rosa de los vientos.—15. Círculos de la esfera terrestre.—16. Qué es latitud.—17. Qué se entiende por longitud.—18. A qué se llaman zonas.

§ III. **De las leyes del movimiento real de los astros.** 1. Leyes de Keplero.—2. De la atraccion y gravitacion universal.—3. Del movimiento diario del cielo.—4. Del movimiento anual y explicacion de las estaciones.

§. I. **Cuerpos celestes.** 1. Llámense *cuerpos celestes* los astros que brillan en el cielo. El mas grandioso de todos es el *sol*, astro fijo que ilumina y calienta la tierra; y otros cuerpos llamados *planetas*, *satélites* y *cometas* que giran lo mismo que la *tierra* que pertenece á los primeros, al rededor del *sol*, y forman con él el sistema *solar* ó *planetario*. Mas allá de este sistema están las estrellas, astros luminosos como el *sol*, y cuya luz viva y brillante les pertenece, mientras que la de los planetas dulce y tranquila es la reflejada y propia del *sol*. La analogía nos induce á suponer que las estrellas son otros tantos soles á cuyo rededor se mueven innumerables mundos.

2. Las estrellas están colocadas á distancias incalculables: *Sirio*, que es la mas próxima de nosotros, está cuatrocientas treinta mil veces mas distante que el *sol*.

3. La simple vista solo descubre dos ó tres mil estrellas; pero los telescopios nos han dado á conocer un número mucho mayor, y tal que el cielo debe contener por lo menos cien millones. Hay una reunion inmensa de estos astros que á causa de su prodigioso alejamiento parecen unos puntos blanquizcos, y se denominan *nebulosas*. La *vía lactea*, que atraviesa el cielo de Sur á Norte, no es mas que un conjunto de nebulosas.

4. Las estrellas se han dividido en diversos grupos llamados constelaciones hasta el número de ciento ocho. Estas constelaciones son figuras arbitrarias que los astrónomos suponen dibujadas en la superficie cóncava del cielo, como animales, instrumentos, hombres, &c.; pero que por lo comun no tienen ninguna analogía con las figuras raras que forman estos astros. Entre las constelaciones merecen citarse la *osa mayor* y la *osa menor*, donde se encuentra la *estrella polar*; la *cántula*, á que pertenece la estrella *Sirio*, y las *doce constelaciones zodiacales*.

§ II. **Idea sumaria del sistema solar.** 1. Antiguamente se creia con *Ptolomeo*, astrónomo egipcio del segundo siglo de nuestra era, que las estrellas con el *sol*, los planetas, los satélites y los cometas giraban en veinte y cuatro horas al rededor de la tierra como al rededor de su centro. En este sistema, conforme con las percepciones de los sentidos, la tierra permanecía inmóvil, y el *sol* no era mas que un planeta como los demas. *Copérnico* en 1543, y despues de él *Galileo*, han demostrado su absurdidad, demostracion que *Newton* hizo invencible con el descubrimiento de las dos grandes leyes de las fuerzas de la naturaleza: la una *fuerza de atraccion*, llamada tambien *fuerza centrípeta*, *gravitacion* ó *pesantez*, por la cual todos los cuerpos son atraidos hácia un centro; la otra *fuerza de repulsion*, llamada tambien *fuerza centrífuga*, por la cual un cuerpo tiende á alejarse de dicho centro, en cuyo rededor se mueve.

2. **Sol.** El *sol*, astro fijo y luminoso, es el centro de nuestro sistema planetario. Gira sobre sí mismo en veinte y cinco dias y diez y siete horas; y es próximamente un millon cuatrocientas mil veces mayor que la tierra.

3. **Planetas.** Once *planetas*, es decir, once cuerpos errantes ó viajeros, giran al rededor del *sol*; y son, contando desde este astro, *Mercurio*, *Venus*, la *Tierra*, *Marte*, *Vesta*, *Juno*, *Ceres*, *Palas*, *Júpiter*, *Saturno* y *Urano* (1).

Los movimientos que los planetas ejecutan al rededor del *sol* se llaman de revolucion ó traslacion, y se efectúan de Occidente á Oriente. La línea que describen se llama *órbita*. La órbita de la tierra recibe el nombre particular de *ecleptica*.

Ademas de este movimiento de traslacion al rededor del *sol*, los planetas giran sobre sí mismos, movimiento diario que se efectúa de Occidente á Oriente, y que se llama de *rotacion*.

Como las órbitas planetarias no son exactamente circulares sino elípticas, resulta que un planeta no se halla siempre á igual distancia del *sol*. La mayor distan-

(1) Ultimamente el astrónomo *Leverrier* descubrió por las aberraciones de *Urano* que debía existir un planeta superior, que las causase; y en efecto, se halló en el cielo que él habia marcado por los cálculos astronómicos.

cia de un planeta al sol se llama *afelio*, su menor distancia *perihelio*, y la distancia intermedia entre ambas, *distancia media*.

4. **Satélites.** Los satélites son unos planetas secundarios que giran al rededor de un planeta principal. Júpiter tiene cuatro satélites. Urano seis, y Saturno siete, y ademas un doble anillo que gira á su alrededor y que le rodea sin tocarle. La tierra solo tiene un satélite que es la *luna*.

5. **Luna y sus fases.** La luna, distante próximamente 85,000 leguas de la tierra, hace su revolucion periódica en 27 días, 7 horas, 34' y 4'', y su revolucion sinódica en 29 días, 12 horas, 44' y 3''.

Expliquemos qué se entiende por revolucion periódica y sinódica. Llamase *revolucion periódica* de la luna el tiempo que emplea en hallarse en conjuncion, es decir, en linea recta con el sol ó con una estrella; y *revolucion sinódica* ó mes lunar al tiempo que emplea en ponerse en conjuncion con el sol y la tierra.

La luna recibe como la tierra su luz del sol, y nos presenta, segun su posicion, diferentes apariencias llamadas *fases*.

La rotacion de la luna al rededor de la tierra, y el gran alejamiento del sol con relacion á ambas, esplican perfectamente estas fases. En la figura 175, O representa la tierra, y A, B, C, D, E, F, G, H son diversas posiciones de la luna en su órbita. Encima del globo lunar están representadas en escala mas pequeña las diversas apariencias ó fases que corresponden á dichas posiciones. Los rayos solares pueden considerarse como sensiblemente paralelos á una misma direccion S del sol por el gran alejamiento de este astro. Por consiguiente, el hemisferio vuelto hácia el sol estará siempre iluminado en todos los puntos de la órbita, y el hemisferio opuesto permanecerá oscuro. En la posicion A, colocada la luna entre el sol y la tierra, presenta hácia nosotros el hemisferio oscuro, y entonces tenemos lo que se llama *luna nueva* ó invisible. Al cabo de tres dias y medio, la luna colocada en B presenta visible una ligera porcion de su hemisferio iluminado. Llegada á C dentro de otros tres ó cuatro dias próximamente, nos presenta la mitad de su parte iluminada, á que llamamos *primer cuarto*. Al pasar por D vemos los tres cuartos del hemisferio iluminado. Dentro de siete ú ocho dias despues de su primer cuarto, la luna llega á E, y hallándose á una direccion opuesta al sol, presenta hácia nosotros toda su superficie iluminada, y decimos que es *luna llena*. En los puntos F, G, H la luna presenta las mismas apariencias que en los puntos D, C, B, y vuelve á hacerse invisible en A. El punto G se llama el último cuarto. La luna de A á E es *creciente*, de E á A es *menguante*.

Como las órbitas de los satélites no son exactamente circulares sino elípticas, resulta que un satélite no se halla siempre á la misma distancia de su planeta. La mayor distancia de la luna á la tierra se llama *apogeo*; su menor distancia *perigeo*.

6. **Cometas.** Los cometas son unos planetas de órden particular, que se mueven al rededor del sol en todos sentidos y cortan la eclíptica en todas direcciones. Llámense así porque se presentan generalmente acompañados de una cabellera ó rastro luminoso llamado *cola*.

Los cometas describen al rededor del sol elipses muy prolongadas. En su afe-

lio se alejan á distancias tan prodigiosas, que deben sufrir un enfriamiento enorme hasta en su centro; y en su perihelio se aproximan de tal suerte, que deben experimentar un calor extraordinario. Se cree que este calor les evaporiza, y que su cola no es mas que la materia evaporizada que dejan tras sí.

7. **De la tierra.** La tierra, como los demas planetas, es un cuerpo opaco y de forma próximamente esférica, de que le viene el nombre de *esferoidal*.

La tierra tiene dos movimientos, el uno de *traslacion* ó *revolucion*, y el otro de *rotacion*. El movimiento de revolucion se ejecuta al rededor del sol en 365 días, 5 horas, 48', 49'', y constituye el *año*. La revolucion de la tierra produce en apariencia el movimiento anual del sol, y en realidad la alternativa de las estaciones y la desigualdad de los dias y de las noches, como luego demostraremos.

El movimiento de rotacion se ejecuta en 23 horas, 56' y 4''. y constituye el *dia*. La rotacion de la tierra produce en apariencia el movimiento diurno del sol, en realidad la alternativa del dia y de la noche.

8. **Esfera celeste.** Llámase así á esta bóveda inmensa que parece rodearnos por todas partes.

9. **Ejes, polos del mundo, ecuador, círculos paralelos, meridianos.** Como varios de los astros que nosotros percibimos en la bóveda celeste parece describen órbitas tanto mas pequeñas, cuanto mas próximos están á un punto que concebimos inmóvil, nos parece igualmente que el cielo gira sobre dos puntos fijos, que se han llamado *polos del mundo*. Los astrónomos han imaginado: 1º una linea tirada de un polo á otro, llamada *eje*; 2º, un gran círculo perpendicular á este eje y á igual distancia de los dos polos, á que llamaron *ecuador*; 3º, otros círculos paralelos al ecuador, llamados por esta razon *paralelos*; 4º, círculos perpendiculares al ecuador, y que pasan por los dos polos, á que han llamado *meridianos*.

El polo que se encuentra del lado de la constelacion de la *osa* llamada *Arctos* en griego, ha sido denominado *polo Artico*, y el polo opuesto á este ha sido designado por oposicion con el nombre de *polo Antártico*.

La parte del firmamento ó bóveda celeste que se encuentra del lado del polo ártico, ha sido llamada *hemisferio ártico boreal* ó *septentrional*; y la otra mitad opuesta se ha designado con el nombre de *hemisferio antártico austral* ó *meridional*.

10. **Zenit, Nadir, horizontes.** La cumbre de la bóveda celeste que nos rodea por todas partes, y que está marcada por la prolongacion de la vertical, es un punto notable llamado *Zenit*. La misma vertical prolongada al través de la tierra hasta la bóveda celeste forma el *Nadir*.

El plano tanjente al globo por el punto en que se encuentra el observador, atravesando la vertical, forma el *horizonte sensible* ó *visual*. Un plano tirado por el centro de la tierra paralelamente al horizonte sensible, forma el *horizonte racional* ó *matemático*.

11. **Esfera armilar.** Para explicar su sistema, Ptolomeo construyó un instrumento llamado *esfera armilar*. Un pequeño globo inmóvil colocado en el centro representa la tierra, cuyo eje, pasando por los dos polos, viene á terminar



lugar á este primer meridiano, es lo que se llama *longitud*. Esta puede ser de dos especies, *oriental* y *occidental*, segun el hemisferio en que se encuentre.

18. **Zonas.** Los trópicos y los círculos polares dividen la superficie del globo en cinco bandas ó zonas, que toman su nombre de su clima general: la *zona tórrida* ó *ardiente* entre los dos trópicos; las dos *zonas templadas* entre los trópicos y los círculos polares, y las dos *zonas glaciales* entre los círculos polares y los polos.

La division de la tierra en climas astronómicos está hoy abandonada por los geógrafos modernos.

La division adoptada es la de grados. La tierra como todo cuerpo circular se supone dividida en 360 partes iguales llamadas *grados*; cada grado, en 60 partes iguales ó *minutos*; cada minuto, en 60 partes iguales ó *segundos*.

Siendo la vuelta de la tierra de 9.000 leguas francesas, cada grado valdrá 25 leguas.

§ III. **Leyes de los movimientos reales de los astros.—Leyes de Keplero.** 1.<sup>a</sup> Los planetas se mueven en curvas planas y los radios vectores tirados de sus centros á los centros del sol, describen al rededor de este astro, áreas proporcionales á los tiempos.

2.<sup>a</sup> Las órbitas descritas por los centros de los planetas, son elipses, uno de cuyos focos ocupa el sol.

3.<sup>a</sup> Los cuadrados de los tiempos de las revoluciones de los planetas al rededor del sol, se hallan en la misma relacion que los cubos de los grandes ejes de sus órbitas.

2. **Atraccion ó gravitacion universal.** De la primera ley de Keplero se puede deducir la existencia de una fuerza dirigida hácia el centro del sol. La ley del movimiento elíptico ó la expresion de la velocidad que se deduce de esta ley y de la precedente, demuestra que la intensidad de esta fuerza, varía para un mismo planeta, en razon inversa del cuadrado de su distancia al sol. Finalmente la tercera ley de Keplero demuestra que á igualdad de distancia al centro del sol, la intensidad de la fuerza motriz es proporcional á la masa de cada planeta é independiente de su naturaleza.

Tales son las consecuencias que Newton ha demostrado sintéticamente haciendo así abandonar completamente el sistema de las apariencias ó de Ptolomeo por el sistema de la razon ó de Copérnico y Galileo.

Efectivamente *todos los cuerpos de la naturaleza se atraen mutuamente en razon directa de sus masas é inversa del cuadrado de las distancias*. Este gran principio que ya hemos sentado en las nociones de física, ha sido puesto fuera de toda duda por Newton, no solo como deducion de las leyes de Keplero sino por una demostracion directa.

Newton demostró desde luego que cuando dos cuerpos esféricos están solicitados por una fuerza atractiva semejante, cada uno de ellos describe al rededor del otro considerado como inmóvil, y entrambos al rededor de su centro comun de gravedad, curvas cóncavas que son una de las tres secciones cónicas y uno de cuyos focos está ocupado por este centro comun de gravedad. La curva será en cada

caso particular, una elipse, una hipérbola ó una parábola, segun las relaciones de velocidad, de distancia y de direccion, y las escentricidades podrán tener valores diferentes segun las mismas circunstancias; pero en todos los casos, la velocidad, angular en que se mueve la línea que une los centros, estará en razon inversa del cuadrado de su distancia mútua, y las áreas descritas por esta línea serán iguales en tiempos iguales. Finalmente, la relacion del cuadrado del tiempo de la revolucion de uno de los dos cuerpos al cubo del gran eje, en el caso del movimiento elíptico, será igual á una cantidad constante dividida por la suma de las masas de los dos cuerpos. Esta relacion, será, pues, sensiblemente constante, si una de las dos masas es siempre estraordinariamente pequeña relativamente á la otra; lo que se verifica efectivamente en el sistema solar.

3. **Movimiento diurno del cielo.** En virtud del movimiento uniforme de rotacion de la tierra al rededor de su eje, todos los astros parece describen sobre la bóveda celeste arcos de círculo perpendiculares á este eje mas ó menos grandes, segun su mayor ó menor distancia al ecuador.

4. **Movimiento anual y esplicaciones de las estaciones.** La combinacion del movimiento de progresion anual de la tierra en su órbita con su movimiento de rotacion en consideracion á la inclinacion del eje da la esplicacion de las estaciones.

Efectivamente representemos [Figura 176] por S el sol y por A B C D cuatro posiciones de la tierra al rededor de su órbita, á 90° de distancia entre sí. Se ve fácilmente con la simple inspeccion de la figura, como un círculo máximo perpendicular al radio vector S T, separa siempre la parte iluminada de la que no lo está. En la posicion A y C que corresponden respectivamente al 21 de Marzo y al 24 de Setiembre ó al equinoccio de primavera y al de otoño hallándose el sol en la intercepcion del ecuador T a, y la eclíptica es á la vez de dia para una mitad de cada uno de los dos hemisferios, *boreal* y *austral*; y el arco diurno descrito por el sol, siendo una semicircunferencia, el dia es igual á la noche en toda la tierra.

Despues del equinoccio de primavera al pasar á B en el solsticio de verano, parece que el sol describe el 21 de Junio, un círculo mínimo, distante del ecuador una distancia angular *a c* igual al complemento de la inclinacion del eje de la tierra sobre el plano de la elíptica. Dicho círculo es el que hemos llamado *trópico de cáncer*. Entonces tenemos el mayor dia posible, porque la porcion de este círculo, que está á la izquierda del plano B e, de separacion entre el hemisferio iluminado y el hemisferio oscuro, es un máximo.

Los dias que han ido en aumento para el hemisferio septentrional de A á B, disminuyen del mismo modo de B á C. La altura del sol disminuye tambien para este hemisferio así como antes habia aumentado.

De C á D el sol pasa al sur del ecuador, y describe arcos cada vez mas pequeños para el hemisferio boreal, y cada vez mayores para el austral.

En D el círculo descrito por el sol es perpendicular al eje *p q* de la tierra y tirada por el punto *b* á una distancia *a b* del ecuador igual á *a c* formando el trópico de capricornio que corresponde al solsticio de invierno, segun ya vimos. Entonce<sup>s</sup>

el sol llega á su menor altura para todas las comarcas del hemisferio boreal, en el cual los días disminuyen constantemente, de C á D, desde el 21 de Setiembre hasta el 21 de Diciembre.

Desde D á A, ó del 21 de Diciembre al 21 de Marzo, los días y la altura del sol sobre el horizonte, aumentan de nuevo.

Para todas las regiones del hemisferio austral se presentan los mismos fenómenos en un órden inverso; pero en virtud de la escentricidad de la órbita terrestre, la distancia S T, siendo mayor cuando la tierra está en B que cuando está en D, en virtud de la primera ley de Keplero el tiempo que emplea para ir de A á B, y de B á C, es mayor que el empleado para trasladarse de C á D y de D á A. Por consiguiente nuestra primavera y nuestro verano reunidos son mayores que el otoño y el invierno, y el sol permanece algunos días mas en nuestro hemisferio que en el hemisferio austral.

Para completar la inteligencia de la figura 2 añadiremos, que S R representa un eje perpendicular á la eclíptica y S P una recta que forma con este eje un ángulo de 23° y 28'. El eje de la tierra en todas las posiciones posibles *m p*, es constantemente paralelo á S P.

En todos los países de la tierra comprendidos entre uno de los trópicos y el círculo polar mas próximo, los días y las noches son desiguales, esceptuando en los equinoccios; y el día y la noche mas largos son de menos de 24 horas, y la desigualdad es tanto menor cuanto mas próximo se está del trópico.

En las regiones que comprenden los dos trópicos hay siempre poca desigualdad entre los días. El sol á medio día llega á una gran altura y dos veces al año pasa por el Zenit. En los trópicos el paso del sol por el Zenit, solo sucede una vez al año.

En todos los puntos del ecuador los días y las noches son constantemente iguales.

En los círculos polares los días y las noches mas largas son de 24 horas.

Entre cada círculo polar y su polo la longitud del día hácia uno de los solsticios y de las noches hácia el otro va siempre en aumento, hasta que al llegar al polo una noche y un día de seis meses se reparten entre sí el año.

**Eclipses.** La figura 177 da una esplicacion de los eclipses que tienen lugar sobre la eclíptica. Cuando la luna pasa entre la tierra y el sol, los rayos solares interceptados por nuestro satélite no pueden llegar á la tierra al menos en su totalidad y parte del disco solar se hace invisible y entonces decimos que el sol se eclipsa ó que hay un eclipse solar. Cuando la tierra se halla en una misma línea entre el sol y la luna, y cubre á esta con su sombra en todo ó parte, decimos que la luna se ha eclipsado ó que hay un eclipse de luna (1).

**Uso de los globos y de las cartas.** Las representaciones totales ó parciales de la tierra están fundadas en la determinacion de los grados de longitud y de latitud.

Las representaciones totales se llaman *globos* cuando están aplicadas sobre un cuerpo redondo ó bola; *mapamundi* cuando son unas simples cartas; y *planisfe-*

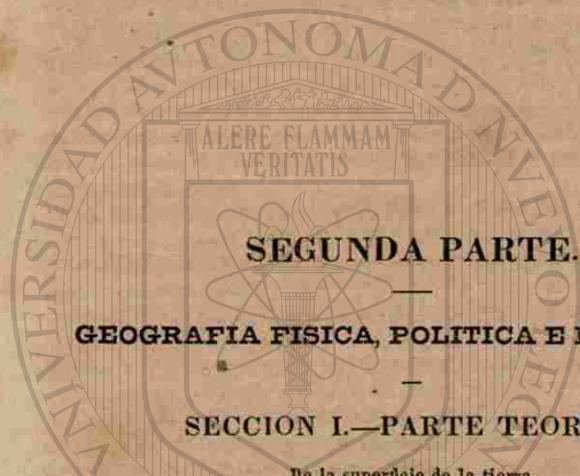
(1) Para mayor inteligencia de los eclipses véanse las nociones de Física.

*rios* si tienen la forma circular. Las representaciones parciales se llaman *cartas generales* cuando manifiestan una parte del mundo; y *particulares* cuando figuran una sola comarca.

Cada carta, sea cual fuere su dimension, está en una razon cualquiera con el tamaño real de la tierra, cuya relacion se llama la *escala*. Consiste esta en una línea graduada, cuya longitud y divisiones muestran á que espacio tomado sobre la carta corresponde una cantidad cualquiera de leguas, por cuyo medio es fácil valuar las distancias.



UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
CENTRAL DE BIBLIOTECAS



## SEGUNDA PARTE.

### GEOGRAFIA FISICA, POLITICA E HISTORICA.

#### SECCION I.—PARTE TEORICA.

##### De la superficie de la tierra.

§ I. **Division en mares y tierras.** 1. Qué aspecto presenta la superficie de la tierra.—2. A qué se llama Océano ó mares.—3. Qué se entiende por superficie terrestre, continentes é islas.

§ II. **Division interior de la superficie terrestre.** 1. Cómo pueden considerarse los mares respecto á la superficie terrestre, qué aspecto presenta ésta y cómo podrá hacerse su anatomía ó clasificación de partes.—2. Qué se entiende por cadena, vertiente y línea de division de las aguas.—3. Qué se entiende por vertientes secundarias y cadenas de segundo orden.—4. A qué se llama thalweg, y qué constituye un río.—5. Qué constituye un valle.—6. Qué se entiende por vertientes terciarias y cadenas de tercer orden.—7. Qué es lo que determinan los thalweg secundarios, y á qué se llama afluente.—8. Qué es lo que constituye un valle de segundo orden.—9. Qué es lo que constituye una hoya.

§ III. **Estudio de las tierras.** 1.º **Montañas y colinas.** 1. A qué se llaman montañas y colinas.—2. Qué partes se distinguen en una montaña.—3. Qué se entiende por grupos, cadenas, cordilleras, ramales, macizo y sistema.—4. Cómo se unen las montañas y qué caracteres generales presenta esta union.—5. A qué se llaman gargantas, puertos, desfiladeros, hoces.—6. De qué depende por lo general la conformacion exterior de las montañas.—7. Difieren las colinas de las montañas por sus formas y disposicion.—8. Qué son los volcanes y á qué se llama cráter.—9. Influye la elevacion de las montañas en la vejetacion.—10. Cómo influyen las montañas en los climas.—11. Cómo influyen las montañas en el carácter de los pueblos que las habitan.—12. Cómo influyen en su civilizacion.

2.º **Valles y llanos.** 1. Qué sistema forman los valles.—2. Qué constituye los altos valles y las gargantas.—3. A qué se llama cañada.—4. A qué se llama quebrada, torrentera ó barranca.—5. Qué son llanuras.—6. Cuando reciben el nombre particular de mesas.—7. A qué se llaman karrns, sábanas, pampas, estepas, landas y parameras.—8. A qué se da particu-

larmente el nombre de desiertos, y qué constituye los oasis.—9. Influencia de los valles y llanuras: 1.º en los climas; 2.º en el carácter de los pueblos.

§ IV. **Estudio de las aguas.** 1.º **Aguas corrientes.** 1. Qué sistema forma el curso de las aguas.—2. A qué se llama albeo.—3. Qué nombres reciben sus márgenes.—4. Qué se entiende por barra de agua.—5. Qué son vados.—6. Qué influencia ejercen los ríos.—2.º **Mares.** 1. Qué es el Océano.—2. Qué forma da el Océano á la superficie terrestre, y qué nombres particulares reciben estas formas.—3. De que manera influye el Océano en el aspecto de sus costas.—4. Ha variado el nivel del Océano desde la última revolucion física del globo.—5. Qué movimientos principales tienen las aguas del Océano.—6. Qué son las mareas.—7. A qué se llama flujo y reflujo.—8. Qué son las corrientes.—9. Qué son los movimientos atmosféricos.—10. Qué influencia ejercen los mares.

§ V. **De los climas.** 1. Qué comprende el clima físico de un lugar.—2. Qué climas dominan en las diferentes zonas.—3. Qué causas modifican los rayos solares é influyen en los climas.—4. Qué consecuencia se deduce de aquí, y climas generales.

§ I.º **Division en mares y tierra.** 1. La superficie del globo presenta un conjunto irregular de elevaciones y de hundimientos.

2. Las depresiones mas considerables están llenas de aguas estacionarias y continuas: el conjunto de todas estas aguas se llama *océano ó mares*.

3. Las elevaciones son masas de tierra mas ó menos prominentes sobre el nivel del océano, separadas por él unas de otras, y constituyendo la *superficie terrestre*. De estas masas, las dos mayores se llaman *continentes* y todas las demas *islas*.

§ II. **Division interior de la superficie terrestre.** Los mares rodeando la superficie terrestre constituyen á su rededor límites perfectamentes fijos y bien determinados; pero su interior presenta á primera vista un espantoso caos; sin embargo, como nada está aislado sobre la tierra, es fácil hacer la anatomía de su superficie, dividiéndola y subdividiéndola, segun su armazon principal, en elementos de detalle subordinados al sistema general de que forman parte.

2. Efectivamente, siguiendo los límites marítimos de un continente ó de una isla, observamos que el suelo se eleva gradualmente en lo interior hasta una cierta serie ó *cadena* de alturas, mas allá de la cual, baja simétricamente hasta la costa opuesta. Todo continente ó isla puede considerarse como compuesto de dos grandes planos de pendiente contraria, ó *vertientes*, que se reúnen por sus puntos superiores en una arista dirigida en sentido de la mayor division del continente ó de la isla, arista que recibe el nombre de *línea de division de las aguas*.

3. Cada uno de estos planos de pendiente general se descompone en *vertientes secundarias*; y estas están determinadas por las *cadenas de alturas de segundo orden*, perpendiculares ú oblicuas á la cadena principal, sirviendo de *línea de division de aguas* entre dos vertientes secundarias opuestas, y dirigiéndose hácia la costa bajando gradualmente.

4. Síguese de aquí que estas cadenas de segundo orden dirigen dos ádos, la una hácia la otra, una vertiente secundaria, cuyas vertientes van á encontrarse en los puntos mas bajos, segun una línea llamada *thalweg* que es el camino de las aguas que bajan sobre la cumbre principal y corren sobre la vertiente general si-

guiendo las líneas de su mayor pendiente. La masa de agua de este thalweg se llama río.

5. El conjunto de dos vertientes secundarias, constituye con la parte de la vertiente principal que interceptan, lo que se llama un *valle*. El valle principal tiene su origen en la cumbre y su fin en la costa marítima; sus flancos son las mismas vertientes.

6. Cada una de las vertientes secundarias se descompone en *vertientes terciarias*; y estas están determinadas por la *cadena de altura de tercer orden*, próximamente paralelas á la línea principal, sirviendo de línea de division de aguas entre dos vertientes terciarias opuestas, y deprimiéndose gradualmente hasta que se borran en el thalweg principal.

7. La interception de dos vertientes terciarias dos á dos determina *thalwegs secundarios*, que cayendo en el thalweg principal formando un ángulo por lo comun agudo, segun su plano de pendiente general, conducen al río una masa de agua secundaria llamada *afluente*.

8. El conjunto de dos vertientes terciarias constituyen un *valle de segundo orden*.

Las vertientes terciarias se descomponen á su vez y de la misma manera, dando origen á *thalwegs de tercer orden*, y así de los demas disminuyendo hasta la mas pequeña *quebrada*, surcada por el mas pequeño *arroyuelo*.

9. El conjunto de todos los valles recorridos por un río y todos sus afluentes de primero, segundo, tercer orden, &c., constituyen lo que se llama una *hoya*.

### § III. Estudio de las tierras. — 1.º Montañas y colinas.

1. Las alturas de la superficie del globo se denominan *montañas* ó *colinas*, segun que son mas ó menos elevadas.

2. Se distingue en una montaña su *bases* ó *pie*, su *ladera* ó *falda*, su *cumbre*, su *cima* y su *punto culminante*.

3. Las series de montañas se forman por *grupos* ó por *cadena*s ó *cordilleras* de una manera muy complicada. A veces se forma un núcleo ó nudo central de donde radian diversas *cadena*s *subalternas* ó *ramales*; cuyo conjunto se denomina *macizo*, y la reunion de varios macizos *sistema*.

4. Las montañas de cada cadena se unen á su vez de una infinidad de maneras que pueden reducirse á tres caracteres generales.

1.º La cadena está formada de una serie de grupos muy complicada en que ademas se distingue la arista principal, como las montañas del *Tibet* y de la *China*.

2.º La arista se ensancha de tal suerte que forma una *mesa* como las montañas interiores de *España* y del *Asia menor*.

3.º Se compone de tres bandas paralelas unidas de una manera compacta y presentando aspectos distintos, como los *Alpes*.

4.º La arista estando compuesta de una línea de cumbres, experimenta depresiones bruscas entre todas ellas, por manera que su perfil presenta una curva muy ondulada en forma de sierra. Los dientes de esta sierra son puntos muy notables de la cadena, porque siendo los nudos de dos valles opuestos sirven de paso de una

á otra vertiente; y se denominan *gargantas*, *puestos*, *desfiladeros*, *hocos*, segun su mayor ó menor anchura y estension.

6. La conformacion exterior de las montañas es muy singular y variable, y depende generalmente de su composicion geológica. Ya desgarradas, escarpadas, desnudas, sin vegetacion y cubiertas de nieves y hielos, sus cumbres se presentan bajo la forma piramidal, cónica, hemisférica, &c., y toman los nombres de *picos*, *aguijas*, *cúpulas*, &c.; ya diversamente inclinadas y de formas suaves, estas cumbres se componen de una serie de llanuras onduladas cubiertas de *selvas*, *bosques*, *pastos* y *viñedos*.

7. Las colinas difieren de las montañas no solo por su elevacion sino por sus formas y disposicion. Compónense generalmente de terraplenes mameionados muy estensos y de longitud y anchura poco igual.

8. Algunas montañas contienen *volcanes*, esto es, receptáculos subterráneos en que se preparan erupciones continuas ó por intervalos de materias incandescentes. La boca superficial ó submarina de estos receptáculos se llaman *cráter*. [1]

9. La elevacion de las montañas influye sobre la vegetacion de su suelo. [2]

10. Las montañas influyen tambien sobre los climas [3]: 1.º atrayendo los vapores que condensándose en sus cimas humedecen y fertilizan el pais; 2.º oponiendo una barrera á los vientos cálidos y frios.

11. Las montañas influyen asimismo en el carácter de los pueblos que las habitan, por la vivacidad del aire que respiran, y á que se atribuye su ardor, su energia, su espíritu belicoso, y á veces feroz y salvaje; su amor al suelo natal y á su independencia.

12. Finalmente, la situacion de las montañas, su masa, sus obstáculos y su composicion geológica influyen tambien en la civilizacion y destino de los paises, separándoles sin aislarlos, prestándoles la defensa mas perfecta, despues de los desiertos y los mares, abriéndoles comunicaciones numerosas aunque difíciles, y enriqueciéndoles con sus productos minerales, vegetales, &c.

2.º **Valles y llanos.** 1. Los valles segun hemos visto ya forman un sistema de encrucijadas correspondientes al de las montañas.

2. Los *altos valles* son unas hendiduras largas, estrechas y profundas atravesadas por *torrentes* y generalmente cerrados en su origen por un ángulo saliente de la cadena que deja un paso estrecho llamado *garganta*.

3. Cuando el valle es pequeño en todos sentidos y sus laderas forman una pendiente suave, se llama *cañada*.

4. Cuando el valle es una mera desgarradura ó una escavacion, cuyas paredes son casi verticales, se llama *quebrada*, *torrentera* ó *barranca*.

5. Los *valles bajos* son los que se ensanchan, y cuyas alturas que le ciñen se deprimen de manera que forman grandes espacios horizontales, en los cuales la su-

(1) Véanse las nociones de geología sobre el origen de los volcanes, heleros, etc.

(2) Véanse las nociones de botánica.

(3) Véanse las nociones de física, seccion de meteorología.

superficie terrestre solo ha experimentado pocos ó pequeños trastornos; á estos valles se les denomina *llanuras*.

6. Cuando estas llanuras están en lo mas elevado de las montañas, se les denomina *mesas*.

7. Los grandes llanos áridos, arenosos ó cenagosos privados ó inundados de aguas corrientes, que por espacio de muchas leguas no presentan ni un árbol ni una piedra, sino algunos vegetales herbáceos, y cuyo suelo apenas ofrece desigualdades, son llamados *estepas* en Asia, *karrus* en África, *sábanas* en la América septentrional y *pampas* en la meridional.

La Europa presenta tambien algunas de estas incultas soledades; llámense *estepas* en Rusia, *landas* en Francia y *parameras* en España.

8. Las grandes llanuras saladas y áridas en que solo vejeta un pequeño número de plantas de hojas gruesas, y muy diseminadas en su superficie, se llaman *desiertos*; y se encuentran especialmente en África. A veces se hallan en medio de estas tristes soledades algunos espacios á manera de islas llenas de arroyuelos y de una rica vegetacion, á que se dá el nombre de *oasis*.

9. **Influencia de los valles y las llanuras.** 1.º Los valles y las llanuras influyen en los climas 1.º abriendo paso á los vientos cálidos y fríos; 2.º dejando evaporar sus aguas, que segun la naturaleza del terreno puede convertirle en un desierto; 3.º permitiendo que sus aguas se extiendan por todas partes, que segun la clase del terreno puede convertirle en un cenagal ó en un país fértilísimo poblado y saludable.

2.º Los valles y las llanuras influyen tambien en el carácter de los pueblos que los habitan: los de los desiertos son nómadas y salvajes; los de los puntos pantanosos, miserables y cobardes, los de las llanuras fértiles, industriosos, inteligentes y civilizados; pero por lo comun menos ardientes y guerreros, y menos celosos de su libertad que los de las altas montañas.

§ IV. **Estudio de las aguas.—I. Aguas corrientes.** 1. El curso de las aguas forma un sistema de encreujadas análogo al de los valles y las montañas (4).

2. El canal ocupado por el curso del agua se llama *álveo*: su anchura aumenta desde su nacimiento hasta su desembocadura.

3. Si sus márgenes tienen una pendiente plana se denominan *orillas*; si la pendiente es suave se llaman *escarpas*, y si es violenta *ribazos*.

4. La desembocadura de un río es por lo comun perpendicular á la costa del mar, por lo cual sus aguas tienen á veces que luchar contra las de la mar, que las rechaza en algunos momentos á su álveo: á este fenómeno muy peligroso para la navegacion se denomina *barra de agua*.

5. Los puntos en que los ríos ó afluentes pueden pasarse á pié, se denominan *zados*.

6. **Influencia de los ríos.** La multitud y la situacion de los ríos y

(4) Véase la geología para el origen de las aguas, y los diferentes efectos que producen.

afluentes contribuyen en gran manera á la fertilidad, civilizacion y prosperidad de un país. Generalmente en sus márgenes es donde mas abundan los grandes centros de poblacion, las riquezas comerciales, los establecimientos industriales, y los recursos de todo género.

Segun la naturaleza de su fondo, el volúmen de sus aguas, la profundidad y anchura del álveo, los ríos son *navegables* ó *flotables*; navegables cuando pueden sostener embarcaciones mayores, y flotables cuando solo pueden sostener pequeñas balsas.

Los grandes ríos sirven de fronteras á los Estados, pero mucho menos importantes que las de los mares y las montañas.

**II. Mares.** 1. El Oceano, receptáculo de casi todas las aguas corrientes del globo, es un inmenso lago sobre el cual surgen los continentes y las islas.

El Oceano da á la superficie terrestre formas muy irregulares y muy complicadas. A veces se introduce en las tierras y abre en ellas un mar *Mediterráneo* ó un *golfo*; otras corta caprichosamente sus playas y forma en ellas *bahías*, *ensenadas*, *ancones*, *radas* y *puertos*. A veces se estrecha entre dos tierras, y forma un estrecho; y otras encierra entre dos golfos una porcion de tierra que se llama *península*, que sería una isla si no estuviere unida al continente por un lado generalmente muy estrecho llamado *istmo*.

3. La accion del Oceano hace variar extraordinariamente el aspecto de sus *costas*. Algunas son muy elevadas, y las aguas tienen en su pié una profundidad considerable; otras son tierras bajas de pendiente suave, ó playas arenosas con algun ligero montecillo. A veces están rodeados de *rocas* á flor de agua, de *escollas* ó de *arrecifes* que las hacen inabordables; en otros parages las playas se terminan en una punta saliente muy elevada que se interna en la mar, y que se llama *promontorio* ó *cabo*. Las playas mas comunes son de una altura mediana y formadas de rocas cortadas á pico llamadas *acantilados* ó *costa brava*. (1)

4. Los datos históricos mas antiguos prueban que el nivel del Oceano no ha variado desde la última revolucion física del globo.

5. Las aguas del Oceano tienen varios movimientos que pueden reducirse á tres especies: 1.º movimientos sidéricos ó *mareas*; 2.º movimientos propios ó corrientes; 3.º movimientos atmosféricos.

6. Las *mareas* son unas oscilaciones regulares y periódicas de toda la masa oceánica, producidas por la atraccion de la luna y del sol.

7. Llámase *flujo* el movimiento que hace subir la mar hasta que sea *plena*; y *reflujo* el movimiento contrario ó de descenso que la hace bajar hasta que sea *baja mar*.

8. Las *corrientes* son los movimientos propios del Oceano, que se ejercen únicamente en algunas partes de su masa en direcciones variadas y en épocas irregulares. La mas considerable es la *corriente ecuatorial*, llamada *corriente del golfo*.

9. Los *movimientos atmosféricos* son los producidos por la accion de los vientos violentos que enjendran las tempestades.

(1) Sobre las demas acciones del Oceano, véase la parte de geología.

10. **Influencia de los mares.** La *navegacion*, despues de la agricultura, es la que mas ha contribuido á estimular la inteligencia humana, á dar vuelo á su espíritu de sociabilidad, y por consiguiente á la perfeccion del hombre: la mar puede, pues, considerarse como el vehículo de la civilizacion. Asi vemos que los pueblos marítimos son audaces, enérgicos, especuladores, y donde mas desarrolla está el espíritu conquistador.

§ V. **De los climas.** 1. El clima físico de un lugar comprende la temperatura, el estado higrométrico, su salubridad ó insalubridad. (1)

2. Los climas generalmente cálidos y secos y cálidos y húmedos pertenecen á la *zona tórrida*, el clima frío y seco pertenece á las dos *zonas templadas*, y el frío y húmedo á las *glaciales*.

3. Pero la accion de los rayos solares, que por lo comun influye mas que otra alguna sobre el clima de un pais, está modificada por una porcion de circunstancias, entre las cuales son las principales: 1.º la elevacion del terreno sobre el nivel del mar; 2.º el estado de la atmósfera y de los vientos que en ella reinan; 3.º la temperatura propia del globo; 4.º la esposicion local del terreno; 5.º la situacion de las montañas relativamente á los puntos cardinales; 6.º la proximidad de los grandes mares; 7.º la naturaleza geológica del suelo; 8.º el grado de cultura y de poblacion del pais.

4. Dedúcese de aquí que un clima igual solo puede comprender un pequeño local; sin embargo de lo cual cada zona presenta en el conjunto de sus climas caracteres generales por los cuales puede determinarse con bastante claridad.

Así la *zona tórrida* solo presenta dos estaciones, la una seca, la otra lluviosa: la primera constituye el verano, y la segunda el invierno de estas comarcas. Aunque la accion del calor solar es en ellas directa y violenta, las nubes, las inundaciones periódicas, la frescura de sus noches, una fuerte evaporacion, la vasta estension de sus mares, la proximidad de montañas cubiertas de nieve, los vientos llamados alisios, contribuyen con algunas otras circunstancias á establecer en estos paises una temperatura soportable; por manera que los valles profundos y las costas orientales de los continentes gozan bajo esta zona de una temperatura suave, y solo las grandes llanuras están abrasadas por los ardientes rayos del sol.

Los encantos y dulzuras que producen las estaciones de la primavera y del otoño, los moderados calores del verano y los saludables rigores del invierno, son esclusivamente propios de las zonas templadas y de las partes mas civilizadas y pobladas del globo.

La sucesion de las cuatro estaciones solo es regular entre los 40 y 45 grados paralelos; las comarcas comprendidas entre los 27 y 35, se asemejan mucho, y desde el 60 se esperimentan frios y humedades bastante intensas, cesando la regularidad de las estaciones, que consisten únicamente en un invierno largo y riguroso, y en un verano muy corto y cálido sin tempestades ni lluvias, con una atmósfera siempre en calma. La vejetacion es pobre pero activa, y la acumulacion de los rayos solares

(1) Véase física meteorológica.

durante algunos dias estraordinariamente largos, hace madurar los granos y abrir las flores en una semana.

El término de las tierras habitables en el hemisferio boreal se fija en los 78 grados: término que debe disminuir en el hemisferio austral. Mas allá de estos dos límites solo existen montones de hielo acumulados sobre la tierra y las aguas.

## DEL HOMBRE,

CONSIDERADO

### EN SI MISMO Y EN SOCIEDAD.

§ I. **Del hombre considerado en sí mismo.** 1. Qué es el hombre.—2. A cuánto naciendo próximamente el número de hombres.—3. De cuántas maneras manifiesta el hombre el sentimiento religioso.—4. Cómo se subdivide el politeísmo.—5. Y el monoteísmo.—6. Qué es el judaísmo.—7. Y el cristianismo.—8. Cómo se subdivide la religion cristiana.—9. Cómo se subdivide la iglesia latina.—10. Qué es el mahometismo.

§ II. **Del hombre considerado socialmente.** 1. Qué es la sociedad.—2. De qué depende el estado de permanencia y fortaleza de una sociedad.—3. Cuál ha sido la primera forma de asociacion humana.—4. A qué se llama Estado.—5. A qué se llama gobierno.—7. Cuántas formas principales hay de gobierno.—8. Qué se entiende por poder legislativo y ejecutivo.—9. A qué se llama renta de un Estado.

§ I. **Del hombre considerado en sí mismo.** 1. El hombre es un animal sociable, dominado por un sentimiento religioso, simpático é inteligente. (1)

2. El número de individuos de la especie humana es próximamente de ochocientos millones.

3. Los hombres manifiestan el sentimiento religioso de una infinidad de maneras que pueden reasumirse en dos grandes clases: el *politeísmo* y el *monoteísmo*.

4. El *politeísmo* se subdivide: 1.º en *fetichismo*, en el cual el hombre diviniza las producciones, las formas y los accidentes de la naturaleza: es la religion de los pueblos salvajes. 2.º En *sabeísmo*, en el cual el hombre adora los cuerpos celestes; religion de casi todos los pueblos antiguos, y que cuenta hoy poquísimos sectarios. 3.º En *panteísmo mitológico*, ó personificacion de los atributos de Dios bajo la forma de seres divinos separados; religion de los antiguos pueblos civilizados, y que no cuenta hoy sectarios. 4.º En *bramanismo*, en el cual el Ser Supremo se divide en divinidades subalternas representadas bajo formas celestes, humanas y animales; una de ellas se llama *Brama*; esta religion se practica en el Asia meridional. En bu-

(1) Véase para su division en razas y demas particularidades los elementos de zoología

*dismo*, en el cual el Ser Supremo es reemplazado por un espacio luminoso que encierra los gérmenes de todas las creaciones futuras, puede considerarse como la forma metafísica del bramanismo; y es la religión profesada por el Asia oriental. El bramanismo y el budismo cuentan mas de dos millones de sectarios. 5.º En *religion de Fó*, mal conocida y materialista practicada en el Asia oriental.

5. El *monoteísmo* se subdivide: 1.º en *judaismo*; 2.º en *cristianismo*; 3.º en *mahometismo*.

6. El *judaismo* no conoce otra revelacion que la hecha por Moisés y los profetas, y espera aun la venida del Salvador. Los judíos cuyo número será próximamente de cuatro millones, están hoy dispersados por toda la tierra.

7. El *cristianismo* reconoce, además de la revelacion de Moisés y los profetas, la de Cristo: es la religión de la caridad, de la civilizacion y de la libertad.

8. La religión cristiana se subdivide en *iglesia latina* ó de la Europa occidental; y en *iglesia griega* ó de la Europa oriental; la primera cuenta 200 millones de miembros; la segunda 60 millones. Difieren ambas iglesias acerca de la supremacía del Papa, acerca del dogma del Espíritu Santo, y sobre algunos otros puntos de disciplina.

9. La *iglesia latina* se subdivide: 1.º en *catolicismo*, que reconoce por jefe en materias de fe, al Papa ó obispo de Roma, y adopta siete sacramentos de institucion divina; cuenta unos 140 millones de miembros. 2.º en *protestantismo*, que no reconoce mas autoridad en materia de fe que la Biblia, no admite mas sacramentos que el bautismo y la eucaristía, niega la transustanciación, y no admite la misa, el celibato de los clérigos, el culto de las imágenes y de los santos. Se divide en una porcion de sectas, y las principales son: el *luteranismo*, que admite la presencia real bajo las especies de pan y vino, la gerarquía eclesiástica, &c.; y el *calvinismo*, que niega principalmente estos dos puntos de doctrina. El protestantismo cuenta setenta millones de miembros.

10. El *mahometismo* pretende ser la continuacion y perfeccion del judaismo y del cristianismo, niega la Trinidad y los sacramentos, admite la pluralidad de las mugeres, é impone la práctica de la circuncision, la limosna, el ayuno, la abstinencia del vino y las abluciones diarias. El mahometismo se practica en el Asia occidental, el Africa septentrional y una pequeña parte de la Europa.

§ II. **Del hombre considerado socialmente.** 1. La sociedad es la reunion de todas las facultades morales y físicas de cierto número de hombres con objeto de su desarrollo individual y colectivo.

2. El estado de permanencia y fortaleza de una sociedad está en relacion con la vida nómada ó sedentaria de los hombres que la forman: en el primer caso solo pueden ser cazadores ó pastores; en el segundo agricultores é industriales; de que se sigue que la vida sedentaria es una condicion necesaria para la civilizacion de una sociedad.

3. La *familia* ha sido la primera forma de asociacion humana; ampliósse en la *ciudad* ó en la *tribu*, y mas tarde en el *estado*.

4. Llámase *estado* un espacio de la superficie terrestre, cuyos habitantes están reunidos en sociedad, y viven bajo un mismo gobierno.

5. Una *nación* es una sociedad de hombres que viven bajo un mismo gobierno, hablan una misma lengua, simpatizan por sus ideas, creencias é intereses, formando un todo moral y político.

6. Llámase *gobierno* la manera de delegar, organizar, concentrar y dividir las fuerzas físicas y morales del Estado, esto es, el *poder*.

7. Cuando el poder del Estado está confiado á uno solo, el gobierno se llama *monárquico*; cuando se ejerce por muchos individuos, el gobierno es *aristocrático*; finalmente si todos los individuos de un Estado participan mas ó menos del poder, el gobierno es *democrático*. Todas estas formas de gobierno son susceptibles de una multitud de matices: así la monarquía puede ser despótica, absoluta, feudal, templada, constitucional, aristocrática, democrática, &c.

8. El poder delegado por la sociedad á su gobierno se llama *legislativo* cuando está encargado de formar las leyes, y *ejecutivo* cuando su objeto es velar sobre su observancia y ejecucion.

9. La *renta* de un Estado civilizado es la suma de los impuestos con que deben satisfacerse los diversos gastos de la sociedad.

## SECCION SEGUNDA.—PARTE DESCRIPTIVA.

### Divisiones generales.

§ I. **Grandes divisiones de los mares.** 1. Qué denominaciones toma el oceano.—2. Qué recipientes tienen las aguas corrientes de la superficie terrestre, y qué denominaciones toman.

§ II. **Grandes divisiones de las tierras.** 1. Qué tierras forman el antiguo continente.—2. Por qué está ocupado el S. O. del globo.—3. Cómo se dirige la línea general de division de las aguas del antiguo continente.—4. De qué se compone el nuevo continente.—5. Cómo se dirige la línea general de division de las aguas de este continente.—6. Cuáles son los puntos mas próximos de los dos continentes.

§ III. **Historia de la geografía.** 1. Qué idea tenían los antiguos de la tierra hasta Ptolomeo.—2. Qué causas aumentaron los conocimientos geográficos desde fines del segundo siglo.—3. Quién descubrió el nuevo continente llamado Nuevo-Mundo.

§ I. **Grandes divisiones de los mares.** 1. El Oceano, rodeando las tierras toma diversas denominaciones; entre el nuevo continente al E. y el continente antiguo al O. se denomina *grande Oceano* ó *mar del Sur*; entre el nuevo continente al O. y el continente antiguo al E. se nombra *Oceano Atlántico*; cuyos dos

grandes mares se unen hácia los polos y toman el nombre de *mar Glacial ártico* y *mar Glacial antártico*:

2. Las aguas corrientes de la superficie terrestre tienen por consiguiente cuatro grandes recipientes:

1.º El *grande Oceano* que penetrando en los continentes forma en el nuevo: la *mar de Bhering*, y los *golfos de California y Panamá*; en el continente antiguo, el *mar de Ochotik*, el *mar del Japon*, el de *Corea* y el de la *China*; y en las numerosas islas que separan el mar de las *Indias* del grande Oceano, el *mar de las Molucas*, el *golfo de Carpentaria*, y el *mar del Coral*.

2.º La *mar Glacial ártica* que abre en el antiguo continente, el *mar Blanco*; y en el continente nuevo el *mar Polar*.

3.º El *Oceano atlántico* que abre en el antiguo continente el *mar Báltico*, el *mar Germánico*, el golfo de *Gascuña*, el *mar Mediterráneo* con el *Archipiélago* y el *mar Negro*, y el golfo de *Guinea*; y en el nuevo continente, los mares de *Bafin* y *Hudson*, el golfo de *México* y el *mar de las Antillas*.

4.º La *mar de las Indias* que abre en el antiguo continente el *mar Rojo*, el *mar de Oman* y los *golfos Pérsico* y de *Bengala*.

§ II. **Grandes divisiones de las tierras.** 1. El antiguo continente forma una vasta porción de tierras que se aproximan considerablemente al polo norte, y se divide naturalmente en dos partes distintas: una gran península al S. O., llamada *AFRICA*; una vasta comarca al N. E. y al N. O. que se une al Africa por el *istmo de Suez*, y que los hombres han subdividido en dos porciones: la mas pequeña al O., que es la *EUROPA*, y la mayor al E. que es el *ASIA*.

2. El S. E. está ocupado por grandes islas en cuyo centro figura la *nueva Holanda*; esta reunión de islas se conoce generalmente con el nombre comun de *OCEANIA*.

3. La línea general de division de las aguas de este continente se dirige muy confusamente de N. O. á S. O. desde el *Cabo Oriental* al de *Buena Esperanza*.

4. El nuevo continente se compone de dos vastas tierras de forma triangular reunidas por el *istmo de Panamá*: llámense *AMERICA SEPTENTRIONAL*, y *AMERICA MERIDIONAL*.

5. La línea general de division de las aguas de este continente se dirige de N. á S. desde el *Cabo del Príncipe de Gales* hasta el de *Hornos*.

6. Los puntos mas próximos de los dos continentes son por el estrecho *Bhering*, entre el *Cabo Oriental* y el del *Príncipe de Gales*.

§ III. **Historia de la geografía.** 1. Los pueblos antiguos representaban la tierra como un gran disco, limitado por todas partes con un Oceano inaccesible, creyendo que la bóveda del firmamento descansaba sobre enormes montañas: tal es la idea general de la geografía de Homero que fué la de su siglo y de las generaciones siguientes. En tiempo de Herodoto los límites de Europa se habian ensanchado y eran conocidas ya parte del Asia y del Africa. Cuatro siglos despues, Estrabon reasumió todos los conocimientos geográficos antiguos en

el primer siglo de la era vulgar. Las guerras de los romanos ampliaron la geografía de todos los países del antiguo mundo.

2. Hácia fines del segundo siglo, Ptolomeo hizo un tratado de todos los conocimientos geográficos de su tiempo. Las invasiones de los bárbaros, las conquistas de los árabes, las expediciones de los normandos, y finalmente las cruzadas fueron paulatinamente aumentando el número de comarcas conocidas en el antiguo mundo. El espíritu mercantil se unió bien pronto al de proselitismo para aumentar el número de viajeros, y por consiguiente los conocimientos geográficos.

3. Mientras que los portugueses abrian á su comercio una era de prosperidad sin igual, Cristóbal Colon dotaba la España con un nuevo mundo. El portugués Vasco de Gama pasó el Cabo de Buena Esperanza y descubrió la ruta que conduce á las Indias. Otros viajeros hicieron importantes descubrimientos, y solo queda hoy á la curiosidad humana para completar el conocimiento del globo descubrir el paso del polo ártico, la mayor parte del Africa central, y algunas porciones del interior del Asia.

## EUROPA.

### 1. Situación de la Europa.

§ I. **Descripción de los mares.** Describir los mares de Europa.

§ II. **Descripción de las tierras.** 1. Cómo se dirige la línea general de division de las aguas.—2. De qué se compone esta línea.—3. En cuántas regiones naturales se puede dividir la Europa.

§ III. **Historia de la geografía de Europa.** 1. Por qué estaban habitadas estas ocho regiones en los tiempos antiguos.—2. Hácia dónde estendió sus conquistas la familia griega.—3. Y los romanos.—4. Qué límite tuvo el imperio romano.—5. Cómo estaba dividido este imperio.—6. Qué imperios se formaron del imperio romano en 364.—7. Qué razas trastornaron la geografía de Europa.—8. Quién restableció en 800 el imperio de Occidente.—9. Qué estados se formaron del imperio de los francos.—10. Qué constituyó la Europa feudal.—11. Cuando dejó de existir el feudalismo, y cómo se halló entonces dividida la Europa.—12. Cómo quedó dividida la Europa en virtud de los tratados de 1814 y 1815.—13. Cuáles son la costumbre y la lengua de estas ocho regiones.—14. Qué religiones profesa la Europa.—15. Qué número de habitantes cuenta Europa.

1. La Europa es una Península, limitada al N. por el mar Glacial ártico; al O. por el Oceano atlántico; al S. por el Mediterráneo; al E. por el Archipiélago, el mar Negro y una línea convencional que va por la cresta de los montes Cáucosos hasta el mar Caspio, y de allí por la cadena de los montes Urales hasta el cabo Waitz.

Está comprendida entre 35 y 72 grados lat. N. y los 12 long. O. y 60 E.

§ I. **Descripción de los mares.** 1. *Mar Glacial.* El principal golfo que forma es el mar Blanco, sembrado de islotes y escollos rodeado de rocas escarpadas, y sujeto á grandes tempestades. Recibe los Rios Pécora, Meozen y Dwina.

grandes mares se unen hácia los polos y toman el nombre de *mar Glacial ártico* y *mar Glacial antártico*:

2. Las aguas corrientes de la superficie terrestre tienen por consiguiente cuatro grandes recipientes:

1.º El *grande Oceano* que penetrando en los continentes forma en el nuevo: la *mar de Bhering*, y los *golfos de California y Panamá*; en el continente antiguo, el *mar de Ochotik*, el *mar del Japon*, el de *Corea* y el de la *China*; y en las numerosas islas que separan el mar de las *Indias* del grande Oceano, el *mar de las Molucas*, el *golfo de Carpentaria*, y el *mar del Coral*.

2.º La *mar Glacial ártica* que abre en el antiguo continente, el *mar Blanco*; y en el continente nuevo el *mar Polar*.

3.º El *Oceano atlántico* que abre en el antiguo continente el *mar Báltico*, el *mar Germánico*, el golfo de *Gascuña*, el *mar Mediterráneo* con el *Archipiélago* y el *mar Negro*, y el golfo de *Guinea*; y en el nuevo continente, los mares de *Bafin* y *Hudson*, el golfo de *México* y el *mar de las Antillas*.

4.º La *mar de las Indias* que abre en el antiguo continente el *mar Rojo*, el *mar de Oman* y los *golfos Pérsico* y de *Bengala*.

§ II. **Grandes divisiones de las tierras.** 1. El antiguo continente forma una vasta porción de tierras que se aproximan considerablemente al polo norte, y se divide naturalmente en dos partes distintas: una gran península al S. O., llamada *AFRICA*; una vasta comarca al N. E. y al N. O. que se une al Africa por el *istmo de Suez*, y que los hombres han subdividido en dos porciones: la mas pequeña al O., que es la *EUROPA*, y la mayor al E. que es el *ASIA*.

2. El S. E. está ocupado por grandes islas en cuyo centro figura la *nueva Holanda*; esta reunión de islas se conoce generalmente con el nombre comun de *OCEANIA*.

3. La línea general de division de las aguas de este continente se dirige muy confusamente de N. O. á S. O. desde el *Cabo Oriental* al de *Buena Esperanza*.

4. El nuevo continente se compone de dos vastas tierras de forma triangular reunidas por el *istmo de Panamá*: llámense *AMERICA SEPTENTRIONAL*, y *AMERICA MERIDIONAL*.

5. La línea general de division de las aguas de este continente se dirige de N. á S. desde el *Cabo del Príncipe de Gales* hasta el de *Hornos*.

6. Los puntos mas próximos de los dos continentes son por el estrecho *Bhering*, entre el *Cabo Oriental* y el del *Príncipe de Gales*.

§ III. **Historia de la geografía.** 1. Los pueblos antiguos representaban la tierra como un gran disco, limitado por todas partes con un Oceano inaccesible, creyendo que la bóveda del firmamento descansaba sobre enormes montañas: tal es la idea general de la geografía de Homero que fué la de su siglo y de las generaciones siguientes. En tiempo de Herodoto los límites de Europa se habian ensanchado y eran conocidas ya parte del Asia y del Africa. Cuatro siglos despues, Estrabon reasumió todos los conocimientos geográficos antiguos en

el primer siglo de la era vulgar. Las guerras de los romanos ampliaron la geografía de todos los países del antiguo mundo.

2. Hácia fines del segundo siglo, Ptolomeo hizo un tratado de todos los conocimientos geográficos de su tiempo. Las invasiones de los bárbaros, las conquistas de los árabes, las expediciones de los normandos, y finalmente las cruzadas fueron paulatinamente aumentando el número de comarcas conocidas en el antiguo mundo. El espíritu mercantil se unió bien pronto al de proselitismo para aumentar el número de viajeros, y por consiguiente los conocimientos geográficos.

3. Mientras que los portugueses abrian á su comercio una era de prosperidad sin igual, Cristóbal Colon dotaba la España con un nuevo mundo. El portugués Vasco de Gama pasó el Cabo de Buena Esperanza y descubrió la ruta que conduce á las Indias. Otros viajeros hicieron importantes descubrimientos, y solo queda hoy á la curiosidad humana para completar el conocimiento del globo descubrir el paso del polo ártico, la mayor parte del Africa central, y algunas porciones del interior del Asia.

## EUROPA.

### 1. Situación de la Europa.

§ I. **Descripción de los mares.** Describir los mares de Europa.

§ II. **Descripción de las tierras.** 1. Cómo se dirige la línea general de division de las aguas.—2. De qué se compone esta línea.—3. En cuántas regiones naturales se puede dividir la Europa.

§ III. **Historia de la geografía de Europa.** 1. Por qué estaban habitadas estas ocho regiones en los tiempos antiguos.—2. Hácia dónde estendió sus conquistas la familia griega.—3. Y los romanos.—4. Qué límite tuvo el imperio romano.—5. Cómo estaba dividido este imperio.—6. Qué imperios se formaron del imperio romano en 364.—7. Qué razas trastornaron la geografía de Europa.—8. Quién restableció en 800 el imperio de Occidente.—9. Qué estados se formaron del imperio de los francos.—10. Qué constituyó la Europa feudal.—11. Cuando dejó de existir el feudalismo, y cómo se halló entonces dividida la Europa.—12. Cómo quedó dividida la Europa en virtud de los tratados de 1814 y 1815.—13. Cuáles son la costumbre y la lengua de estas ocho regiones.—14. Qué religiones profesa la Europa.—15. Qué número de habitantes cuenta Europa.

1. La Europa es una Península, limitada al N. por el *mar Glacial ártico*; al O. por el *Oceano atlántico*; al S. por el *Mediterráneo*; al E. por el *Archipiélago*, el *mar Negro* y una línea convencional que va por la cresta de los montes Cáucacos hasta el *mar Caspio*, y de allí por la cadena de los montes Urales hasta el *cabo Waitz*.

Está comprendida entre 35 y 72 grados lat. N. y los 12 long. O. y 60 E.

§ I. **Descripción de los mares.** 1. *Mar Glacial.* El principal golfo que forma es el *mar Blanco*, sembrado de islotes y escollos rodeado de rocas escarpadas, y sujeto á grandes tempestades. Recibe los Rios *Pécora*, *Meozen* y *Dwina*.

2.º *Mar de Noruega.* Sembrado de grandes islas, cortado por una multitud de bahías y rodeado de rocas.

3.º *Mar del Norte ó Germánico.* Está comprendido entre la península Escandinava y las islas británicas: en el medio de la parte oriental forma el mar Báltico. Recibe los ríos Elba, Weser y el Rhin.

4.º *Mar Báltico.* Se penetra en él por dos brazos de mar peligrosos que separan las penínsulas Escandinavas y Danesa. El último brazo llamado Categat encierra un grupo de islas, conocidas por el Archipiélago danés; y que comprenden tres estrechos: el Sud al E., el gran Belt en el centro, y el pequeño Belt al O. Por estos estrechos se entra en el Báltico, que abre al S. los golfos de Dantzick y de Riga, y al N. los de Bothnia y Finlandia. Recibe los ríos Duna, Niemen, Vistula y Oder.

5.º *Mancha.* El paso de Calais da entrada á este brazo de mar estrecho. Recibe el Sena.

6.º *Golfo de Gascuña ó de Vizcaya,* y cuyas costas forman un ángulo recto y están sujetas á tempestades. Recibe los ríos Loira y Garona.

7.º *Mar de Portugal.* Sus costas son las mas occidentales de la Europa y nada presentan de particular. Recibe los ríos Duero, Tajo, Guadiana y Guadalquivir.

8.º *Mar Mediterráneo.* El estrecho de Gibraltar da entrada á esta serie de mares interiores, la mas interesante del globo, y causa de la civilizacion y preponderancia de la Europa. Está comprendida entre la Europa al N., el Africa al S. y el Asia al E.

Su primera hoya, llamada Mediterráneo inferior está comprendida entre el Africa, y la península Hispánica y la Italia. Contiene las islas Baleares, la Córcega, Cerdeña y Sicilia. Los golfos mas notables son los de Leon y Génova. El Mediterráneo interior recibe el nombre de las diversas costas que baña; como mar de las Baleares, mar de Toscana, de Sicilia, &c. Recibe dos ríos principales: el Ebro y el Ródano.

La segunda hoya del Mediterráneo, comprendida entre las penínsulas Itálica y Helénica, la costa de Asia y la de Africa, contiene las islas de Creta y Chipre, y abre al S. el golfo de Sidra; al N. O. el golfo Jónico que comunica con el Adriático que recibe al Pó; y al N. E. el Archipiélago, sembrado de numerosos grupos de islas.

El Archipiélago da entrada por el estrecho de los Dardanelos al pequeño mar de Mármara que estrechándose forma el estrecho de Constantinopla para dar entrada al mar Negro, de forma casi circular, que recibe el Danubio, Dniester y Dnieper, y comunica al N. por el estrecho de Caffa con las aguas del mar de Azof, que recibe el Don.

9.º El mar Caspio, que es un verdadero lago, y el mayor del globo. Recibe el Wolga y el Urax.

§ II. **Descripcion de las tierras.** 1. La línea general de la division de las aguas de Europa se dirige del S. O. al N. E. Su vertiente occidental se inclina hácia el Oceano Atlántico; su vertiente oriental hácia el Mediterráneo. Hay

ademas una vertiente secundaria septentrional que da sus aguas al mar Glacial; y una vertiente secundaria meridional que da sus aguas al mar Caspio.

2. Esta línea de division compuesta al mediodia de altas montañas y al norte de pequeñas colinas, parte del cabo de Tarifa, en el estrecho de Gibraltar, y concluye en el cabo de Waigatz en el mar de Kara, echa numerosos apéndices á uno y otro lado y se compone al partir de la parte mas angosta de la península europea.

1.º De los *Pirineos*, sistema de montañas que forma el armazon de la península Hispánica, desde el cabo Tarifa hasta el pico de Corlite. Su vertiente occidental comprende las cuatro hoyas del Guadalquivir, el Guadiana, el Tajo y el Duero; su vertiente oriental, la del Ebro.

2.º De los *Alpes gálicos*, apéndice occidental del gran sistema de los Alpes, desde el pico de Corlite hasta el monte de San Gothardo. Su vertiente forma las cuatro hoyas del Garona, del Loira, del Sena y del Rhin; su vertiente oriental, la del Ródano.

3.º De los *Alpes centrales*, núcleo del gran sistema de los Alpes, desde el monte de San Gothardo hasta el Maloja. Sus vertientes envían las aguas en todas las direcciones por el Rhin, el Ródano, Danubio y el Pó.

Un apéndice de estos Alpes, cuya principal parte es la formada por el Apenino, constituye la península Itálica, y otra la Elénica. Las hoyas de estos dos apéndices se dirigen hácia el Mediterráneo.

4. De los *Alpes germánicos*, apéndice oriental del gran sistema de los Alpes; desde el monte Molaya hasta el monte Sloiczek. Su vertiente oriental forma las hoyas de Weser, del Elba, del Oder y del Vistula; su vertiente oriental, la del Danubio. Los Karpatas forman una prolongacion que termina en el mar Negro.

Desde el monte Sloiczek la línea de division de las aguas se forma de alturas poco distintas hasta el cabo Waigatz, por manera que la Europa septentrional parece una vasta llanura.

5.º De las *colinas de Polonia*, punto de union de la Europa meridional y de la septentrional. Su vertiente occidental forma las hoyas del Niemen y del Duna; su vertiente oriental, las del Dniester y del Dnieper.

6.º De las *mesas de Valdai y de Chemokonski*, cuya vertiente occidental forma las hoyas del Narva, del Neva y del Dwina; y la oriental, las del Don y del Wolga. Un apéndice se separa al N. O. y va á formar los Dofrines, que recorren la península Escandinava.

7.º De los *montes Payas*, separacion natural del norte de Europa y del Asia, que se termina en el cabo Waigatz. Su vertiente occidental forma las hoyas del Mezen y de la Petchora.

Una prolongacion de los Payas, forma los montes Urales, cuya vertiente occidental forma la hoya del Walga.

Los Payas y los Urales pertenecen mas al Asia que á la Europa.

A esta serie de alturas debemos añadir la cadena del Cáucaso que está enteramente aislada, pero que sirve de línea de division de las aguas entre el mar Negro y el mar Caspio.

3. Segun las divisiones exteriores marcadas por los mares, y las divisiones interiores marcadas por las montañas y los ríos, la Europa puede dividirse en siete regiones naturales: 1.º *península Hispánica*; 2.º *Galia*; 3.º *Germania*; 4.º *Italia*; 5.º *Grecia*; 6.º *Rusia*; 7.º *Escandinavia*.

§ III. **Historia de la geografía de Europa.** 1. Estas ocho regiones estaban habitadas en los tiempos antiguos por seis familias principales de pueblos. En la Grecia y al sur de la India los pelásgos, en el norte de Italia y en la península Hispánica los iberos; en la Galia y las islas británicas los galos ó keltas; en la Germania y la Escandinavia los germanos, que se subdividen en kimris, tontones y godos, y en la Rusia los eslavos.

2. La familia griega, la mas civilizada de todas, estendió la influencia de sus luces y sus artes con sus conquistas hácia el Asia.

3. Los romanos, pueblo de Italia, estendieron su dominacion sobre las tres primeras familias y cambiaron toda la geografía de la Europa meridional.

4. El imperio romano tuvo por límites: al O. el Oceano Atlántico; al N. el Rhin y el Danubio; al E. y al S. los mismos límites de la Europa desde la embocadura del Danubio hasta el estrecho de Gibraltar. Ademas este imperio comprendia la parte oriental del Asia y la parte septentrional del Africa.

5. Este imperio estaba dividido en varias grandes provincias: 1.º *Grecia*; 2.º *Italia*; 3.º *Hispania*; 4.º *Galia*; 5.º *Bretaña*; 6.º *Recia*, *Vindlicia*, *Nórica*, *Pannonia*, *Iliria*, sobre la orilla derecha del Danubio; 7.º *Mœcia* y *Tracia* sobre esta misma orilla.

6. Este imperio se dividió en 364 en dos imperios, el de Occidente y el de Oriente. La Grecia, la Mœcia, la Tracia y la mitad de la Iliria formaron parte del imperio de Oriente que comprendia ademas todas las posesiones romanas en Asia y al N.E. de Africa; el resto con el N. O. de Africa formaba el imperio de Occidente.

7. Las razas del norte trastornaron completamente la geografía de Europa. Los germanos destruyeron el imperio de Occidente. La península Hispánica fué presa de los visigodos; la Galia de los francos; la Italia de los ostrogodos y de los Lombardos; la Bretaña de los anglos y sajones; la Germania de los eslavos; quedando únicamente la Grecia al imperio de Oriente.

8. En el año de 500, los francos restablecieron su imperio de Occidente; y por este tiempo comenzaron á formarse los pequeños estados del norte de Europa.

9. En 842 se formaron del imperio de los francos los estados de Francia, Italia y Alemania.

10. A mediados del siglo XI ininidad de estados aislados constituyeron la Europa feudal.

11. El feudalismo dejó de existir el siglo XVI y la Europa se presentó constituida así:

- 1.º La Grecia forma parte del imperio turco.
- 2.º La Itálica dividida en siete estados principales.
- 3.º La península Hispánica sacude el yugo árabe y forma cuatro estados.

4.º La Galia queda dividida en dos reinos, y en varios condados y electorados.

5.º La Germania forma un imperio y tres reinos.

6.º La Rusia forma dos grandes ducados.

7.º La Escandinavia forma dos reinos.

8.º Las islas Británicas otros dos.

12. La Europa sufrió algunas alteraciones, hasta que los tratados de 1814 y 1815 la modificaron así:

1.º La Grecia dividida en *Imperio de Turquía* y *reino de Grecia*.

2.º La Italia dividida en reino de las *Dos Sicilias*, *Estados de la Iglesia*, ducado de *Toscana*, ducado de *Módena*, ducado de *Parma y de Plasencia*, reino *Lombardo-Véneto*, *Estados sardos*, &c.

3.º La *península Hispana*, dividida en reino de *España* y de *Portugal*.

4.º La *Galia*, dividida en reino de *Francia*, reino de *Bélgica*, parte del reino de *Holanda*, *Prusia riniana*, *Baviera riniana*, estados *Sardos*, &c.

5.º La *Germania*, dividida en treinta y nueve estados que forman la *confederación germánica*: los principales son: imperio de *Austria*; reinos de *Prusia*, de *Baviera*, de *Wurtemberg*, de *Sajonia*, de *Hannover*, grandes ducados de *Baden*, *Hesse*, *Meldembourg*, *Oldembourg*, &c.

6.º La *Rusia*, que comprende en su imperio todo el Norte de la Europa.

7.º La *Escandinavia*, dividida en los reinos de *Suecia* y *Noruega*.

8.º Las *islas Británicas* forman el reino unido de la *Gran Bretaña*.

13. Las costumbres y la lengua de estas ocho poblaciones, recuerdan su origen:

1.º La Grecia tiene todos sus habitantes de raza pelásgica ó ilírica y su lengua es derivada de su antigua lengua griega.

2.º La Italia conserva mucho de la raza antigua con una mezcla al N. de elementos germanos; y al S. de árabes. Su lengua es derivada de la romana.

3.º Los habitantes de la península Hispánica son una mezcla de romanos, visigodos y árabes; y su lengua derivada de la romana. Hay aun restos sujetos de la antigua raza y de la antigua lengua ibérica en los Pirineos.

4.º Los habitantes de la Galia son una mezcla de romanos y germanos; y su lengua es derivada de la romana.

5.º La Germania tiene los dos tercios de su población teutónica y otro tercio eslavo, y conservan sus lenguas casi intactas.

6.º La Rusia tiene toda su población casi eslava, y ha conservado sus antiguas lenguas.

7.º De la Escandinavia tiene casi toda su población teutónica y su lengua derivada de la antigua.

8.º Las islas Británicas tienen una mitad de su población antigua, y otra mitad germánica con algunos elementos romanos; la lengua es derivada de la teutónica con elementos romanos y franceses.

Finalmente, la Europa encierra un corto número de habitantes de raza turca, caucásica, samoyeda, judía, &c.

14. **Religion.** El cristianismo es la religion de casi toda la Europa, exceptuando una parte de la Grecia donde se practica el islamismo, y varios desiertos del Norte habitados por idólatras, y algunos rincones de la tierra donde están diseminados los judíos.

15. La poblacion total de la Europa es de unos 220 millones de habitantes.

### PRIMERA REGION.—PENINSULA HISPANICA.

§ I. **Ideas generales.** 1. Cuál es la situacion de la Península hispánica.—2. Qué aspecto presenta esta Península.—3. Cuál es la línea de division de las aguas.—4. Cuántas vertientes forman esta línea.—5. Cuáles son los caracteres generales del suelo.

§ II. **Historia de la geografia de la Península hispánica.** 1. Quiénes fueron los primeros habitantes de esta Península.—2. Cómo la dividieron los romanos.—3. Como fue dividida España en el siglo XV.—4. Como fue dividida la Península en tiempo de los reyes católicos.—5. A qué se llama España y cual es la situacion de este reino.—6. Cual es la capital del reino de España.—7. Qué poblacion cuenta el reino de España, y á qué razas principales pertenece.—8. Cual es la lengua española.—9. Cual es la legislación española.—10. Qué diversiones son mas comunes en el pueblo español.—11. Cual es el gobierno de España.—12. Qué se entiende por ministerios.—13. Cuáles son las divisiones territoriales de España.—14. Como se gobierna España en el orden civil.—15. Y en el orden judicial.—16. Y en el orden militar.—17. Cual es la marina de España, y como está dividida para la administración naval.—18. Cual es la religion española, y como está dividida España en el orden eclesiástico.—19. En qué consiste la hacienda española.—20. En qué consiste la instrucción pública.—21. Cual es el estado de la industria española.—22. Y su comercio.—23. Qué medios de comunicación hay en España.

§ I. **Ideas generales.** Esta region, llamada por los antiguos Hesperia, Iberia, Hispania, es la mas occidental de la Europa. Está comprendida entre lat. N. 36° 0' 30" al cabo de Tarifa, y 43° 46' 40" al cabo oriental; long. O. 10° 0' 35" al cabo Creux, 11° 50' 10" al cabo Roca. Forma entre el oceano Atlántico y el Mediterráneo, una especie de cuadrado compacto, unido solo al continente por la cadena de los Pirineos, y separado del Africa por el estrecho de Gibraltar.

2. **Aspecto.** Esta Península aparece al primer aspecto como un vasto promontorio, cuyo centro es una ancha mesa, y cuyos flancos al E. y al O. están rodeados de grupos y cadenas que se elevan en forma de anfiteatro desde las playas de los dos mares hasta el centro de la Península, cuyos bordes al N. y al S. presentan dos especies de enormes murallas, los Pirineos sobre el oceano, la cordillera penibética sobre el Mediterráneo.

A pesar de la aridez de la tierra en el centro de la Península, de la escasez de agua y de la diferencia de temperatura bajo latitudes iguales, esta region es una de las mas favorecidas de la naturaleza por su cielo puro y clima férax, por la larga estension de sus costas, por su posicion avanzada entre dos mares de que forma la

comunicacion por su aislamiento casi completo, por su sistema de montañas y de rios que le sirven á voluntad de barreras ó de tránsito, y, finalmente, por la variedad de su clima y la abundancia de sus producciones.

3. **Línea de division de las aguas.** Esta línea se dirige de S. O. á N. E. describiendo una curva tortuosa á manera de S, que partiendo del cabo Tarifa, sigue las Alpujarras, atraviesa la mesa central, formando un arco de círculo, cuya cavidad está vuelta hácia el oceano y concluye en los Pirineos cerca del nacimiento del Ebro, siguiendo hasta el punto de union de los Corbières.

4. Esta línea confusa y poco distinta, forma cuatro vertientes muy desiguales que se dirigen, las del S. y del E. al Mediterráneo; las del N. y del O. hácia el oceano.

5. **Caracteres generales del suelo.** A partir de las costas, el suelo presenta llanuras bajas y muy fértiles que forman la base del anfiteatro, y que gozan de una temperatura dulce, con una poblacion activa é inteligente; el suelo se eleva luego gradualmente y presenta valles cultivados de arroz, maiz y olivos, y en cuyas laderas crecen la viña y las mieses; y finalmente, al llegar á las mesas de la region central, aparecen las parametas, llanuras vastas y estériles, sin aguas, sin árboles y casi sin habitantes; y surcadas de elevadas sierras cubiertas de nieve, por manera, que la fertilidad y la poblacion describen con muy ligeras excepciones círculos concéntricos desde el contorno de los mares, que disminuyendo gradualmente, presentan en el centro campos solitarios, estériles y secos.

§ II. **Historia de la geografia de la Península hispánica.** 1. Los íberos fueron, segun se cree, los habitantes mas antiguos de la Península. Vinieron luego á ella los fenicios, cartagineses, etc. y los romanos, que dividieron la Península.

2. **Divisiones de los romanos.** 1.º En tres partes, á saber: Lusitania al O., Bética al S., y Tarraconense al E. y al N.

**Lusitania. Rios.**—Tagus [Tajo]. Duris [Duero].

**Ciudades principales.** Uliripo [Lisboa]. Salamantica [Salamanca]. Emerita Augusta [Mérida].

**Bética.—Rios.** Anas (Guadiana). Bétis (Guadalquivir).

**Ciudades principales.** Córdoba (Córdoba).—Malaca (Málaga).—Gades Augusta (Cádiz).—Hispalis (Sevilla).—Itálica (Sevilla la Vieja).

**Tarraconense.—Rios.** Iberus (Ebro).—Tagus (Tajo).

**Principales ciudades.** Bracaram Augusta (Braga).—Potus Callensis (Oporto).—Anstrica Augusta (Astorga).—Pomperopolis (Pamplona).—Calagurris (Calahorra).—Ilerda (Lérida).—Rhode (Roses).—Barcino (Barcelona).—Tarraco (Tarragona).—Saguntus (Murviedro).—Valentia (Valencia).—Cáringo Nova (Cartagena).—Numantia (Soria).—Secovia (Segovia).—Bilbiles Nova (Calatayud).—Toletum (Toledo).

2. En el siglo IV los romanos hicieron una nueva division de la Península en cinco provincias; á saber: TARRACONENSE, CARTAGINENSE, GALLECIA, BALEARICA, LUSITANIA.

Los Vándalos al penetrar en la Península dejaron su nombre á la Bética, llamándola VANDALUCIA (Andalucía).

Los Visogodos fundaron en la Península una gran Monarquía.

Los Arabes fundaron en ella el califato de CÓRDOBA, que se subdividió en otros muchos estados.

Los cristianos refugiados en los Pirineos oceánicos fundaron en ellos los reinos de ASTURIAS y LEON, y luego los de NAVARRA, ARAGON, CASTILLA, VALENCIA, MURCIA, SEVILLA, CÓRDOBA, &c., que fundiéndose los unos en los otros, presentaron la

3. **División de España en el siglo XV.** PORTUGAL al O.—NAVARRA al N. O.—ARAGON al N. y al E.—CASTILLA al S. y al O.—Estos cuatro reinos eran cristianos.—Los Musulmanes conservaban únicamente en la Península el pequeño reino de GRANADA al S.

4. **Divisiones de la Península en tiempo de Fernando é Isabel.** Conquistada Granada por estos reyes, la Península quedó dividida en dos reinos, á saber: 1.º ESPAÑA, dividida en las trece provincias siguientes: al N. Galicia, Asturias, Vizcaya, Navarra y Aragon; al E. Cataluña, Valencia y Murcia; al S. Andalucía; al O. Estremadura y Leon; en el centro Castilla la Vieja y Castilla la Nueva.

2.º PORTUGAL, dividido en seis provincias: al N. entre Duero y Miño, Tras os Montes; en el centro Beyra y Estremadura; al P. Alentejo y Algarves.

5. **España.** Reino de Europa, célebre por sus glorias, grande por sus conquistas, hermoso por su cielo y temperatura, rico por sus varias producciones, importante por su posición geográfica y acreditado en todos tiempos por el valor y buena fé de sus naturales. Formó el primer código mercantil que conoció Europa, descubrió y conquistó un nuevo mundo, dominó la octava parte de las tierras conocidas, é hizo resonar por todos los ángulos del orbe su habla armoniosa que fué la lengua diplomática de las naciones cultas. La monarquía española, cual hoy existe, tiene todavía posesiones y pertenencias en las cinco partes del mundo, posesiones que pueden clasificarse en *peninsulares, adyacentes y ultramarinas*. Las provincias peninsulares confinan por el N. E. con el reino de Francia y república de Andorra, en 97 leguas de frontera; por el O. con el reino de Portugal, en una frontera de 131 leguas; y por el P. con la colonia inglesa de Gibraltar, en una legua de línea; por las demas partes las bañan los mares Oceano y Mediterráneo en 487 leguas de costas. Está comprendida entre 36º 0' 30" y 43º 46' 40" de latitud N. con 160 leguas de anchura, y entre 7º 2' 46" de longitud E. y 5º 34' 4" de longitud O., ó sea 200 leguas de largo, con 14,853 leguas cuadradas de superficie.

6. La capital de todo el reino es MADRID, que ocupa el centro de la Península, del cual salen seis carreteras generales y seis carreras de posta que sirven para conducir á los extremos la correspondencia por medio de 484 cajas de correos, y para todas las comunicaciones interiores (1).

(1) Este artículo y algunos otros que le seguirán acerca de la parte política y adminis-

7. **Poblacion.** La imperfeccion de los censos no permite fijar con exactitud la de la monarquía Española. Segun los datos existentes resulta ser de 16,372,694 almas en esta forma:

España Europea (48 provincias sin presidios)	11,892,994
Africa Española (presidios, Canarias y Fernando Pó)	229,700
América Española (Cuba y Puerto Rico)	1,200,000
Oceania Española (Filipinas y dependencias)	3,000,000
	<hr/>
	16,372,694

De estos habitantes, la mayor parte de la Península, pertenecen á la raza *caucásica*; los de las adyacentes y ultramar á la *mongólica negra*; sin embargo en la Península existen moradores originarios de diferentes pueblos: como los *gitanos* procedentes del Egipto ó de Bohemia, casta especial ocupada por lo comun en el trato de caballerías, los *Agotes* de Navarra, procedentes de los godos ó de los albigenses; los *Chuetas* de la isla de Mallorca, los *Moriscos* de las Alpujarras; los *Moros* puros de Ceuta, los *Alemanes* establecidos en las nuevas poblaciones de *Sierra-Morcna*, y la colonia de *Genoveses* que se fijó en la isla de Nueva Tabarca.

8. **Lengua.** La Española, hija del latin, con gran caudal de voces árabes, griegas etc., es de las mas ricas y armoniosas, aunque no está tan trabajada como algunas otras de Europa. Ademas del *castellano*, que es el idioma general de la nacion, hay varios dialectos. La lengua *cuscara* cuya antigüedad se pierde en la oscuridad de los siglos, ha dado origen á los dialectos vascongados, *vizcaino, guipuzcoano, alavés y navarro*. Del antiguo *lemosin* han nacido el *atalán, mallorquin y valenciano*. El *gallego* es procedente del latin y hermanado con el *portugués*. Tenemos tambien el *calé* ó lenguaje germánico de los gitanos; los idiomas *africanos* de los canarios y annoboneses; y las lenguas *malayas* de los filipinos y marianos.—El *sayagüé* ó *andaluz, aragonés*, etc., no pueden considerarse sino como modificaciones del castellano.

9. **Legislacion.** La vigente es defectuosa y confusa y de épocas bien diferentes.

10. **Diversiones.** España, compuesta de gentes tan diversas, presenta variedad de danzas, bailes, canciones, instrumentos músicos y juegos. La *caña y la rondeña* son canciones andaluzas que caracterizan á los habitantes de la Bética, lo mismo que las *habas verdes* y la *muñeira* son los bailes favoritos y característicos de las castellanas y gallegas. Una manchega pasa la noche cantando *seguidillas* al compas de las *castañuelas* y del *guitarrillo*, mientras que la vizcaina se contenta con bailar el zorcico al monótono sonido del tamboril. El navarro gusta de ejercitar su musculatura con el juego de *pelota*, y el ágil valenciano de dar saltos y ha-

trativa de España, pertenecen en todo ó en parte al Manual geográfico administrativo de D. Fermín Caballero.

cer juegos de equilibrio. Los serranos suelen ser dados al juego de *bolos*; los manchegos al *boleo* de bolas de hierro; los aragoneses al *tiro de barra*. La *dulzaina*, la *gaita zamorana*, la *gallega*, la *zampoña*, la *bandurria* en los barrios de Madrid y en casi todas partes la *guitarra* ó *viuela* son instrumentos con que se entonan alegres cantares acompañados á veces de *panderetas* y *sonajas*. La *jota* es el aire mas variado de nuestras canciones vulgares que acompaña por lo comun el *bolero* y el *sandango*. De los juegos de naipes, el *mus*, el *tute*, el *truque*, la *flor* y la *brisca* son los mas generalizados entre el pueblo. Pero las *corridas de toros* son la diversion nacional por excelencia: los circos ó plazas construidas á propósito en las poblaciones principales del interior y del mediodia, prueban hasta donde llega el entusiasmo por estas fiestas de origen árabe.

11. **Gobierno.** El de España es monárquico constitucional. En el presente siglo hemos tenido cinco pactos ó códigos fundamentales: 1.º la *Constitucion de Bayona* otorgada por el rey intruso José Napoleon en 1808; 2.º la *Constitucion de 1812* formada por las Cortes constituyentes en Cádiz; 3.º el *Estatuto Real*, decretado por la reina Cristina en 1834; 4.º la *Constitucion de 1837*; y 5.º la *Constitucion de 1845*, ó sea: la de 37 reformada.

12. **Ministerios.** Todos los ramos de la administracion pública dependen de seis ministerios, á saber: *Estado, Gracia y Justicia, Gobernacion, Guerra, Hacienda y Marina*, que tienen sus dependencias en la Corte, en las provincias y en el extranjero.

13. **Divisiones territoriales.** La monarquía considerada políticamente puede clasificarse en cinco secciones: 1.º *España uniforme* ó puramente constitucional que abraza las 34 provincias de las coronas de Castilla y Leon, iguales en todos los ramos económicos, judiciales, militares y civiles; 2.º *España incorporada* ó *asimilada*, que comprende las once provincias de la corona de Aragon, todavía diferentes en el modo de contribuir y en algunos puntos del derecho privado; 3.º *España foral* que son las cuatro provincias de Navarra y Vascongadas, que no tiene milicias ni estancos, que conservan un régimen provincial, y que para la contribucion pecuniaria y de sangre se valen de los medios que estiman mas convenientes; 4.º *España presidial* que depende de la autoridad militar en cuanto á sus establecimientos penales; y *España colonial* regida por leyes especiales bajo la autoridad omnimoda de los gefes militares.

Etnográficamente se distinguen los pueblos españoles en *castellanos, leoneses, vascongados, gallegos, atlánticos, africanos y malayos*.

Para la administracion y gobierno se ha dividido España en tres épocas modernas. 1.º en 38 *prefecturas*, 111 *subprefecturas* y 15 *divisiones militares*, por José Napoleon en 1810; 2.º en 52 *provincias* y 13 *distritos militares* por las cortes en 1822, 3.º y finalmente hoy se halla dividida en 49 *provincias*, 15 *audiencias*, 495 *partidos judiciales*, 14 *distritos militares*, en la forma siguiente:

## CUADRO DE LA DIVISION POLITICA ACTUAL DE ESPAÑA.

PENINSULA. (47 provincias.)	10. Corona de Aragon. . . . .	4. Principado de Cataluña. . . . .	Barcelona. Tarragona. Gerona. Lérida.
		3. Reino de Valencia. . . . .	Castellon. Valencia. Alicante.
		3. Reino de Aragon. . . . .	Huesca. Zaragoza. Teruel.
		2. Reino de Murcia. . . . .	Albacete. Murcia. Granada.
	8. Andalucía. . . . .	3. Reino de Granada. . . . .	Almería. Málaga.
		1. Reino de Jaen. . . . .	Jaen.
		1. Reino de Córdoba. . . . .	Córdoba. Sevilla.
		3. Reino de Sevilla. . . . .	Huelva. Cádiz.
		2. Extremadura. . . . .	Badajoz. Caceres. Cuenca.
			5. La Nueva. . . . .
37. Corona de Castilla	11. Reino de Castilla. . . . .	Guadalajara. Segovia. Avila.	
		6. La Vieja. . . . .	Burgos. Santander. Soria.
	5. Reino de Leon. . . . .	Logroño. Leon. Zamora.	
	1. Principado de Asturias. . . . .	Valladolid. Palencia. Salamanca.	
	4. Reino de Galicia. . . . .	Oviedo. Coruña. Lugo.	
	4. Pais exento. . . . .	Orense. Pontevedra. Pamplona.	
		1. Reino de Navarra. . . . .	Alava. Vizcaya.
		3. Provincias Vascongadas. . . . .	Guipúzcoa.
ADYACENTES. (2 provincias)	Presidios de Africa (agregados á Cádiz)		
	1. Reino de Mallorca, islas adyacentes. . . . .		Mallorca.
	1. Islas Canarias. . . . .		Canarias.
	4. América.—Antillas españolas		
	1. Oceanía. . . . .	Filipinas, Bisayas y Marianas. Carolina, Pálaos.	
ULTRAMAR.... (5 provincias)	Africa.—Mar de Guinea	Fernando-Pó. Anno-bon.	
	Asia.—Conventos y colegios de los Santos Lugares.		

**CUADRO DE LAS DIVISIONES MILITARES, POLÍTICAS, ECLESIASTICAS  
Y JUDICIALES DE ESPAÑA.**

Distritos militares.	Provincias.	Diócesis.	Audiencias.	
CORONA DE ARAGON.	Cataluña.	Barcelona ..	Barcelona y Vich .....	BARCELONA.
		Tarragona ..	Tarragona y Tortosa .....	
		Gerona ..	Gerona .....	
	Aragon.	Lérida ..	Lérida, Solsona y Urgel .....	ZARAGOZA.
		Huesca ..	Huesca, Barbastro y Jaca .....	
		Zaragoza ..	Zaragoza y Tarazona .....	
	Balears.	Ternel ..	Teruel y Albarrecin .....	MALLORCA.
		Baleares ..	Mallorca, Menorca é Ibiza .....	
	Valencia.	Castellon ..	Segorve .....	VALENCIA.
		Valencia ..	Valencia .....	
Alicante ..		Orihuela .....	ALBACETE.	
Albacete ..		Cartagena .....		
Marcia ..				
CORONA DE CASTILLA Y DE LEON.	Castilla la Nueva.	Cuenca ..	Cuenca y Uclés .....	MADRID.
		Ciudad-Real ..	Toledo .....	
	Castilla la Vieja.	Madrid ..	Toledo .....	VALLADOLID.
		Guadalajara ..	Sigüenza .....	
		Segovia ..	Segovia .....	
		Avila ..	Avila .....	
		Leon ..	Leon, San Marcos y Astorga .....	
	Galicia.	Zamora ..	Zamora .....	OVIEDO.
		Valladolid ..	Valladolid .....	
		Palencia ..	Palencia .....	
Andalucía.	Salamanca ..	Salamanca y Ciudad-Rodrigo .....	CORUÑA.	
	Oviedo ..	Oviedo .....		
	Orense ..	Orense .....		
	Coruña ..	Santiago .....		
Granada.	Pontevedra ..	Tuy .....	SEVILLA.	
	Lugo ..	Lugo y Mondoñedo .....		
	Sevilla ..	Sevilla .....		
Estremadura.	Huelva ..	Cádiz y Ceuta .....	GRANADA.	
	Cádiz ..	Córdoba .....		
Navarra.	Granada ..	Granada y Guadix .....	CACERES.	
	Almería ..	Almería .....		
Burgos.	Málaga ..	Málaga .....	PAMPLONA.	
	Jaén ..	Jaén .....		
Vascongadas.	Badajoz ..	Badajoz .....	BURGOS.	
	Cáceres ..	Coria y Plasencia .....		
Canarias.	Navarra ..	Pamplona y Tudela .....	CANARIAS.	
	Burgos ..	Burgos .....		
	Santander ..	Santander .....		
	Soria ..	Ozma .....		
	Logroño ..			
	Alava ..	Calahorra .....		
	Vizcaya ..			
	Guipúzcoa ..			
	Canarias ..	Canarias y Tenriffe .....		

1. **Orden civil.—Gefaturas políticas.** Son 49 como las provincias y están encargadas del gobierno civil de cada una. El gefe se llama *gefe político*.

2. **Diputaciones provinciales.** Corporaciones populares presididas por el gefe político, cuyas atribuciones señalan las leyes, como en los ramos de quintas, y otros de interes local.

3. **Ayuntamientos.** Corporaciones municipales encargadas del gobierno interior de los pueblos.

15. **Orden judicial.—1º Audiencias.** Tribunales superiores de justicia. En la monarquía española se cuentan 19 audiencias, 15 de ellas en la península. Las audiencias dependen del *tribunal supremo*.

2. **Juzgados de primera instancia.** Tribunales de justicia en primer grado. El territorio que comprenden se llama *partido judicial*. Hay 495. Estos juzgados dependen de las audiencias.

16. **Orden militar.—1.º Distritos militares.** Se da este nombre á los territorios sujetos en lo militar á la autoridad de un capitán general, por lo cual tambien se llaman *capitanías generales*. Hay 14 en la península y tres en ultramar. De estos distritos dependen 120 *gobiernos militares* y 64 *comandancias de artillería*.

17. **Marina.** Nuestra marina ha decaido de una manera lastimosa, y está hoy reducida á 3 *navíos*, 6 *fragatas*, 3 *corbetas*, 10 *bergantines*, 2 *bergantines-goletas*, 13 *goletas*, 6 *vapores* y 9 *buques menores*; por manera que nuestra marina militar se compone en todo de 52 buques. Para la administración naval la España está dividida:

**En Departamentos.** Llamados tambien *apostaderos*, que son las comandancias de marina de Cádiz, Cartagena, el Ferrol y la Habana.

18. **Religion.** La religion católica, apostólica romana es la única tolerada y que profesan los españoles, exceptuando los moros de Ceuta. En el régimen eclesiástico hay 59 *obispados* con sus tribunales *diocesanos*; 10 *arzobispados* con los *metropolitanos* de segunda instancia, y el *superior* de la *Rota* donde terminan los negocios judiciales eclesiásticos. La division territorial eclesiástica está formada:

1.º **De diócesis.** Nombre genérico de dichas divisiones, que son en la Península é islas 62, 8 arzobispados y 54 obispados sufragáneos.

Arzobispados.	Obispados sufragáneos.	Arzobispados.	Obispados sufragáneos.
TOLEDO.	Córdoba. Cuenca. Cartagena. Jaén. Osma. Segovia. Sigüenza. Valladolid.	GRANADA.	Guadix. Almería.
SEVILLA.	Cádiz. Cáceres. Ceuta. Málaga. Tenerife.	ZARAGOZA.	Barbastro. Jaca. Huesca. Tarazona. Teruel. Albarracín.
SANTIAGO.	Ávila. Astorga. Badajoz. Ciudad-Rodrigo. Coria. Lugo. Mondongo. Orense. Plasencia. Salamanca. Tuy. Zamora.	VALENCIA.	Mallorca. Menorca. Orihuela. Segorve.
BURGOS.	Calahorra. Palencia. Pamplona. Santander. Tudela.	TARRAGONA.	Barcelona. Gerona. Ibiza. Lérida. Sobona. Tortosa. Urgel.
			Obispados exentos. Uclés. San Marcos de Leon. Leon. Oviedo.

2.º **De parroquias.** Distritos eclesiásticos, que también se llaman *feligresías*, *curatos*, *antiglesias*, *abadias* y *rectorías*, porque el eclesiástico que está á su frente se nombra *párroco*, de la voz latina *cura*, en Castilla; *beneficiado*, en Vizcaya, *abad*, en Galicia; y *rector*, en la corona de Aragón. Se distinguen estas iglesias en *matrices*, que no dependen de otras, y en filiales ó *ayudas*, cuando dependen de una matriz. Hay en la monarquía 21,065 parroquias.

19. **Hacienda.**—1.º **Contribuciones.** Las que paga el pueblo español tienen por objeto cubrir los gastos del Estado; las hay directas é indirectas; pero según el nuevo sistema de hacienda, se compondrán casi exclusivamente de las primeras. Cuando estos medios no sufragan los gastos públicos, el Estado toma á préstamo lo que constituye su

2.º **Deuda.** La pública de España es bastante considerable y asciende á 16,223,474,922.

3.º **Intendencias.** Provincias ó demarcaciones de rentas para el manejo

de los intereses nacionales. Hay tantas como provincias, con iguales capitales y circunscripción. El jefe de la hacienda en cada una se llama *intendente*.

20. **Instrucción pública.** La instrucción pública está comprendida:

- 1.º En las *escuelas primarias*,
- 2.º En las *escuelas normales*, destinadas á la formación de maestros de instrucción primaria, y á servir de escuela superior en la capital de la provincia.
- 3.º En las *escuelas especiales*, que son la de *artillería*, la de *ingenieros militares*, la de *ingenieros civiles de caminos*, la de los *civiles de minas*, y la de *administración*.
- 4.º En los *institutos de segunda enseñanza*, establecimientos montados á la moderna y muy útiles á la generalidad de los ciudadanos.
- 5.º En *colegios de medicina, cirugía y farmacia*.
- 6.º En *colegio de sordo-mudos*.
- 7.º En *universidades* para las carreras de *filosofía, jurisprudencia y teología*.
- 8.º En *seminarios conciliares* destinados á plantel de curas párrocos.
- 9.º En *academias*, de las cuales hay en la corte siete muy señaladas, á saber: 1.º la *española*, destinada á conservar la pureza de nuestra lengua; 2.º la de *la historia*; 3.º la de *nobles artes*, destinada á la aprobación de los planos para las obras públicas; 4.º la de *ciencias eclesiásticas* de San Isidoro; 5.º la de *jurisprudencia y legislación*; 6.º la *greco-latina* y 7.º la de *ciencias naturales*.

10. **Muscos**, y son los principales los de *pintura, escultura, historia natural, artes, medallas, anatomía, minas, máquinas, etc.*, que están en la capital de la monarquía.

11. En *bibliotecas* que además de la *nacional* que encierra 200,060 volúmenes, existen otras en la misma capital y en las demás ciudades de la monarquía.

21. **Industria.** La española no es de las más florecientes; sin embargo, y á pesar de nuestras discordias civiles, no ha dejado de sentirse en esta parte el espíritu progresivo del siglo.

22. **Comercio.** El español ha crecido modernamente á pesar de la emancipación de las Américas y de nuestros trastornos intestinos. Los artículos de nuestra Península que más pueden contribuir á la riqueza comercial, son: los vinos, las frutas ágrías y secas, las lanas, el mercurio, la sal, el aceite y los granos.

Para los asuntos comerciales hay un código especial y veinte juntas y tribunales de comercio.

23. **Comunicaciones.** Las hay marinas, terrestres y fluviales. Los medios de comunicación para recorrer las costas, son veloces y fáciles por medio de los vapores periódicos. Las comunicaciones interiores son menos fáciles y sus medios las facilitan.

1.º **Los caminos**, que no son tan numerosos y seguros como conviniere. Componen estas comunicaciones las *carreteras generales* que desde la corte van á muchos puertos de mar ó á las fronteras del reino; las *carreteras provinciales*, que son ramales de las precedentes y suelen enlazar unas capitales de provincia con otras; de los *caminos vecinos* que van de unos pueblos á otros; y los *rurales*, que dentro

de cada jurisdicción sirven para las labranzas. Todos nuestros caminos son de construcción ordinaria; solo en la isla de Cuba los tenemos de hierro.

2.º Los canales, de que solo tenemos los siguientes: 1.º El *imperial de Aragón* hecho con las aguas del Ebro, que corre por su derecha 17 leguas desde las inmediaciones de Tudela; 2.º el de *Castilla* con las aguas del Pisuerga, cuenta unas 27 leguas desde Alar del Rey á Valladolid; 3.º el del *Manzanares*, que corre dos leguas y media, desde el puente de Toledo en Madrid hasta Vacia-Madrid; 4.º el *Guadarrama*, que se prolonga tres leguas, desde Gasco hasta cerca de las Rozas; 5.º el de *San Carlos*, abierto en las aguas del Ebro por cerca de tres leguas, desde Amposta hasta el puerto de la Rápita en los Alfaques; 6.º el de *Murcia* con las aguas del Guardal, que corre unas cinco leguas.

#### Nota final sobre España.

El Sr. Avendaño, consiguiente á su objeto de hacer mas aplicables á la nación donde ha escrito, y á cuya juventud ha dedicado estas lecciones, todos los principios de cada ramo de enseñanza, se estiende notablemente sobre la geografía particular de España; pero nosotros, á ejemplo suyo, hemos querido reducir á lo dicho aquella parte, con la mira de dar mayor amplitud á las noticias geográficas relativamente á las Américas, y particularmente á la república mexicana. Pasemos, pues, á la

### SEGUNDA REGION.—GALIA.

§ I. **Ideas generales.** 1. Como está limitada la Galia.—2. Qué aspecto presenta este país.—3. Cuál es la línea de división de sus aguas.—4. Divisiones naturales de la Galia.

§ II. **Historia de la Galia.** 1. Por quien estuvo habitada en un principio.—2. Como se dividió la Galia luego que los francos extendieron su dominación.—3. Qué división se hizo en 843.—4. Como quedó dividida esta region después de la estincion de los Estados feudales.

§ III. **Vertiente septentrional de los Pirineos.** 1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Qué aspecto presenta y qué hoyas encierra.—3. Hoyas del Tech, del Tet etc.—4. Divisiones políticas de estas hoyas.—5. Hoya del Aude.—6. Divisiones políticas de esta hoya.—7. Hoyas del Nivelles y del Aour.—8. Divisiones políticas de estas hoyas.—9. Hoya del Garona.—10. Qué aspecto presenta esta hoya.—11. Qué hay de notable en sus costas.—12. Qué hay de notable en el curso del río.—13. Qué divisiones políticas comprende.

§ IV. **Vertiente del golfo de Gascuña.** 1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Qué hoyas comprende.—3. Qué hay de notable en las hoyas del Sendre, del Charente, etc.—4. Qué divisiones políticas comprende.—5. Por qué está formada la hoya del Loir.—6. Qué aspecto presenta el país.—7. Qué hay de notable en sus costas.—8. Qué hay de notable en el curso del río.—9. Qué divisiones políticas comprende.—10. Qué hay de notable en las hoyas secundarias del Vlain, etc.—11. Qué divisiones políticas comprende.

§ V. **Vertiente de la Mancha.** 1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Aspecto general.—3. Qué hay de notable en sus costas.—4. Qué hay de notable en el curso de las aguas al O. del Sena.—5. Qué hay de notable en el curso del Sena.—6. Qué hay de notable en los afluentes de la izquierda del Sena.—7. Y en los de la derecha.—8. Y en el curso de las aguas al E. del Sena.—9. Qué divisiones comprende.

§ VI. **Vertiente del Mediterráneo.** 1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Qué hay de notable en las montañas que la circuyen.—3. Qué aspecto general presenta esta vertiente.—4. Qué hay de notable en sus costas.—5. Y en el curso de las aguas al O. del Ródano.—6. Y en el curso del Ródano.—7. Y en sus afluentes de derecha.—8. Y en los de la izquierda.—9. Y en el curso de las aguas al E. del Ródano.—10. Qué divisiones políticas comprende el Ródano.

§ VII. **Vertiente del mar Germanico.** 1. Por qué está formada.—2. Qué hay de notable en las montañas de la circunvalacion occidental.—3. Qué hay de notable en la hoya superior del Rhin.—4. Qué divisiones políticas comprende.—5. Qué hay de notable en la hoya del Rhin medio.—6. Qué divisiones políticas comprende.—7. Qué hay de notable en la hoya del Rhin inferior.—8. Qué hay de notable en la hoya del Escalda.—9. Qué divisiones políticas comprenden las hoyas del Rhin inferior y del Escalda.

§ I. **Ideas generales.** 1. Esta region, cuya mayor parte lleva hoy el nombre de Francia, está limitada al S. por el Mediterráneo y los Pirineos continentales; al O. por el golfo de Gascuña; al N. por la Mancha y el mar Germánico; al E. por el Rhin desde su desembocadura hasta su origen, y por los Alpes desde el monte de San Gothardo hasta el Mediterráneo. Está comprendida entre la latitud N. 42º 16' al cabo Creux, 51º 57' á la desembocadura del Lech; y entre la longitud O. 7º 7' 45" al cabo de San Mateo (Saint Mathieu), y longitud E. 6º 45' hácia el origen del Rhin. Su figura es la de un pentágono.

2. **Aspecto del país.** La Galia no presenta un aspecto grandioso; el sistema de sus montañas interiores es poco considerable. Es un país surcado por suaves montañas, anchas y fértiles colinas y ricos valles donde corren las aguas abundantemente y sin obstáculos en álveos poco profundos y fácilmente navegables. La temperatura aunque variable, es de las mas templadas de Europa. La agricultura, la industria, las ciencias, las artes y el comercio florecen á la par en esta region, centro de la civilización europea.

3. **Línea de división de las aguas.** Esta línea se dirige muy tortuosamente del S. O. al N. E. desde el pico de Corlitt en las Corbieres hasta el monte de S. Gothardo en los Alpes centrales, comprendiendo la masa desgarrada de la Cevennas, los montes del Lionés (Lionais), del Charolés (Charolais) y de la Cote-d'Or; y abandonando su primera dirección, se dirige del O. al E. en las altas llanuras que forman la mesa de Langres y de las Hoccs (Fancilles); se eleva luego del N. E. al S. O. por la muralla del Jura, prolongándose en pendientes suaves del O. al E. por el Jorat, y se termina por los Alpes Berneses hasta los Alpes Centrales.

Esta larga serie de alturas divide la Galia en dos partes distintas; la oriental es trecha al N. y ancha al S., es toda montañosa y comprende la hoya del Ródano; la occidental ancha al N. y estrecha al S., es casi toda llana y comprende las hoyas del Garona, del Loira, del Sena, del Rhin, separadas entre sí por líneas de alturas poco considerables.

4. **División natural de la Galia.** La Galia está dividida en cuatro vertientes: 1.ª Del *Océano Atlántico* ó del S. O., dando las hoyas del Gerona y del Loira con algunas otras secundarias; 2.ª La de la *Mancha* ó del N. O., que da

la hoya del Sena y otras secundarias; 3.ª La del *Mediterráneo* ó del S., que comprende la hoya del Ródano y otras secundarias; 4.ª La del *mar Germánico*, ó del N. O., que comprende la hoya del Rhin (en la orilla izquierda) y la hoya secundaria del Escalda.

§ II. **Historia de la geografía de la Galia.** 1. La Galia estuvo habitada primitivamente por los Aquitáneos al S., los Galos ó Celtas en el centro y los Belgas al N. Los Romanos conquistaron las Galias, que dividieron de diversos modos.

Tres pueblos bárbaros se establecieron luego en la Galia, los francos al N., los Burguñones al E. y los Visogodos al S.

2. Los francos extendieron su dominación, y la Galia quedó dividida en cuatro partes principales: 1.ª *Neustria*, ó país del Oeste, en el cual había una parte independiente, que era la península *Armorica* ó la *Britaña*; 2.ª *La Austrasia* ó país del E.; 3.ª *La Borgoña* en la hoya del Ródano, y 4.ª *La Aquitania* desde el Loira á los Pirineos. Los vascones ocupaban además al S. E. una parte llamada *Gascuña*; y los visogodos, otra al S. E. dicha *Septimania* (luego *Narbonesa* y *Languedoc*).

3. Después de varias vicisitudes, la Galia se dividió en 843 en dos Estados: 1.ª *Francia*, 2.ª *Letharingia*.

4. Siguiéronse luego los innumerables Estados feudales, que fueron formando sucesivamente parte de varios Estados, y hoy la *Galía*, región física, está dividida políticamente en

1.ª REINO DE FRANCIA, dividido en 38 departamentos; 2.ª REINO DE BELGICA; 3.ª Parte meridional del REINO DE HOLANDA; 4.ª ESTADOS TRANSRHINALES del rey de Prusia; 5.ª ESTADOS TRANSRHINALES del rey de Baviera; 6.ª Ducado de HESSE-DARMSTADT, y territorio de los duques de OLDENBURGO, de SAJONIA-GOTHA y del LARGRAVE de HOMBURGO; 7.ª REPUBLICA HELVETICA; 8.ª Estados TRANSALPINOS del rey de Cerdeña.

§ III. **Vertiente septentrional de los Pirineos.** 1. Está formada de una parte de la vertiente del *Mediterráneo* y de una parte de la vertiente del *Océano Atlántico*, que reuniremos para describir toda la frontera S. O. de la Francia.

2. Esta vertiente, mas rica y variada que la vertiente meridional, abre bellos y fértiles valles, pero no tiene ramales considerables; los dos mas notables son, los *Corbieres* que se separan del pico del *Corlité*, y los montes *Barèges* entre los valles de *Neste* y de *Bareges*.

Estos dos ramales encierran entre sí la hoya del *Garona*. Así: 1.ª Las hoyas secundarias del *Tech*, del *Tet*, del *Gly* y del *Ande* pertenecen á los *Pirineos orientales*; 2.ª Las de *la Nivelles* y del *Adour* á los *Pirineos occidentales*; y 3.ª La principal del *Garona* á los *Pirineos centrales*.

3. **Hoyas del Tech, del Tet y del Gly.** Las llanuras de estas tres pequeñas hoyas formadas por los tres cortos ríos de su nombre, son muy bajas, su suelo es fértil y cerca de la mar cenagoso. *PERPIÑAN*, antigua capital del *Rosellon*,

plaza fuerte de primer orden en la frontera de España, está situada sobre la margen derecha del *Tet*.

4. **Divisiones políticas.** Estas tres hoyas pertenecen políticamente á la FRANCIA y al departamento de los *PIRINEOS-ORIENTALES* (*Pyrenées-Orientales*).

5. **Hoya del Ande.** El *Ode* (*Ande*) baja del pico de *Corlité* y baña á *CARCASONA* (*Carcassonne*), capital del departamento del *Ande*, y á *NARBONA* (*Narbonne*).

6. **Divisiones políticas.** Esta hoya pertenece á la FRANCIA y al departamento del *ODE* (*Ande*).

7. **Hoyas de la Nivelles y del Adour.** La *Nivelles* es un pequeño torrente de poca importancia.

El *Adour* (*Adour*) baja del monte *Tonsmalet*, entra en el delicioso valle de *Campain*, baña varias ciudades, atraviesa un país de landas estériles y baña á *BAYONA*, plaza fronteriza y puerto de mar.

Toda la hoya del *Adour* se compone en su parte superior de llanuras fértiles; su parte meridional es muy áspera, erizada de montañas cubiertas de selvas y de nieve; la del centro es rica, bien poblada, cortada por hermosos valles, y cubierta de bonitas colinas. Los habitantes son activos, inteligentes y belicosos. Los *vascones* habitan los altos valles.

El *Adour* (*Adour*) tiene varios afluentes á derecha é izquierda, y sobre ellos varias ciudades y poblaciones.

8. **Divisiones políticas.** Estas dos hoyas pertenecen á la FRANCIA y comprende: 1.ª El departamento de los *ALTOS-PIRINEOS* (*Hautes-Pyrenées*); 2.ª El de los *BAJOS-PIRINEOS* (*Basses-Pyrenées*); y 3.ª una parte del de los *LANDES*.

9. **Hoya del Garona.** Está formada: 1.ª Por la pendiente oriental de los montes *Bareges*; 2.ª Por la pendiente septentrional de los *Pirineos centrales*; 3.ª Por la pendiente occidental de las *Cerenas* meridionales; 4.ª Por la pendiente meridional de la cadena entre *Garona* y *Loira*. Dirección general: del S. O. al N. O. Longitud 110 leguas; mayor anchura 90.

10. **Aspecto general del país.** Esta hoya presenta tres aspectos diferentes. 1.ª En la costa y hasta una distancia de 25 leguas, solo se hallan vastas llanuras de arena; tristes, sombrías, uniformes, cortadas por lagunas y matorrales, en medio de las cuales se elevan algunos oasis de verduras, selvas de pinos y landas desiertas. El aire es mal sano, el país pobre, casi sin ciudades ni caminos, la población miserable y diseminada. 2.ª El centro se compone de colinas bajas, y de anchos valles cubiertos de viñedos, sotos y cereales. El aire es sano, el clima templado y el país bien poblado. 3.ª El fondo de la hoya está ocupado por largas montañas, cuyas faldas cubiertas de selvas ciñen estrechos valles, abundantes únicamente en pastos.

11. **Costas.** Son arenosas, peligrosas, sin puertos y casi inaccesibles.

12. **Curso del río.** El *Garona* nace en el valle de *Aran* en España, entra en Francia y baña varias ciudades, entre ellas á *Tolosá* (*Toulouse*) antigua capital del *Languedoc* con 60,000 habitantes, situada en la orilla derecha del río, que re-

cibe luego el canal del *Mediodía* (canal du Midi), desde donde corre por llanuras, bañando varias poblaciones, entre ellas á BURDEOS (Bordeaux), antigua capital de *Guyena* (Guyenne), y hoy del departamento de la *Gironde* (Gironde), nombre que toma el río al unirse con el *Dordoña* (Dordogne), 5 leguas abajo de Burdeos. Esta ciudad está situada á la izquierda del río que se atraviesa por un magnífico puente. Aunque distante del océano 22 leguas, recibe en sus aguas buques de 6,000 toneladas. Cuenta 100,000 habitantes.

El Garona tiene muchos afluentes á derecha é izquierda, en cuyos márgenes se hallan bonitas poblaciones.

13. **Divisiones políticas.** La *hoya del Garona* corresponde á la Francia y comprende los 14 departamentos siguientes: ARRIÈGE, ALTO-GARONA (Haute-Garonne), TARN-Y-GARONA (Tarn-et-Garonne), LOT, TARN, AVEYRON, LOZERE, CANTAL, CORREZE, DORDOÑA (Dordogne), GIRONDA (Gironde), LOT-Y-GARONA (Lot-et-Garonne), CERS y LANDES.

§ IV. **Vertiente del golfo de Gascuña (Gascogne).** 1. Está formada: 1.º Por la pendiente septentrional de los Pirineos, desde la punta Higuer al pico de Corlité; 2.º Por la pendiente occidental de esta serie de montañas, desde *Corbieres* á la *Cote-d'Or*; 3.º Por la pendiente meridional de una serie de colinas que termina en la península de *Bretaña* (Bretagne), en el cabo de *San Mateo* (Saint-Mathieu).

2. Esta vertiente comprende: 1.º Las hoyas de la *Nivelle*, de la *Adur* (Adour) y de la *Garona*, que hemos descrito; 2.º De las de *Sandre*, *Charente*, etc.; 3.º De la del *Loira* (Loire), y 4.º Del *Vilen* (Vilaine).

3. **Hoyas de la Sandre, de la Charente, de la Sevre, etc.** El conjunto de estas pequeñas hoyas, formadas por los ríos de su nombre, están cerradas por el Mediodía por una serie de alturas que se pierden en las montañas del *Limosin*, y por el Norte por altas colinas que vienen de los montes de *Auvernia* (Auvergne).

**Aspecto general.** Estas pequeñas hoyas forman un país llano, cuyas costas están cubiertas de estanques y lagunas saladas; pero cuyo interior surcado de colinas es fértil. Algunos puntos están cubiertos de landas y de bosques; pero en general el país es rico y bien cultivado.

**Costa é islas.** La playa está ó cubierta de lagunas, ó rodeada de méganos ó de acantilados calcáreos, y rodeada de bals é islas, de las cuales la mayor es la de *Oleron*. Entre sus puertos se halla el de la *ROCHELA* (Rochelle) en frente de la isla de *Ité*, célebre por el famoso sitio que sostuvo en 1623.

Las hoyas del *Serre-Niortaise*, uno de cuyos afluentes es la *Vendee* del *Lay*, del *Pic*, etc., constituyen con las de los dos últimos afluentes del *Loar* (Loire), el país vulgarmente llamado LA VANDE (Vendée), célebre en la revolución francesa.

Las márgenes de los ríos que constituyen estas hoyas, están pobladas de bonitas ciudades y plazas.

4. **Divisiones políticas.** Pertenecen á la FRANCIA y comprenden los departamentos siguientes: CHARENTE, CHARENTE-INFERIOR (Charente-inférieure) DOS SEVRES (Deux-Sevres) y VANDE (Vendée).

5. **Hoya del Loar (Loire).** Está formada: 1.º Por la pendiente septentrional de los montes de la *Auvernia* (Auvergne); 2.º Por la pendiente occidental de los montes del *Vivaré* (Vivarais), del *Lioné* (Lyonnais), del *Bejalé* (Beaujolais) y *Charolé* (Charolais); 3.º Por la pendiente meridional de la línea de alturas entre el *Loar* (Loire) y el *Seua* (Senne). Dirección general del S. E. al N. O.—Longitud 180 leguas.—Anchura 100.

6. **Aspecto general.** Esta hoya, la mas vasta y fértil de la Francia, presenta aspectos muy variados; estrecha y montuosa al Mediodía, véase ocupada de ricos valles, cantones de rocas y puntos áridos. En el centro se encuentran bajos y magníficos valles, y muchas y grandes llanuras cortadas por arenales y matorrales. El país del Oeste es fértil, rico y bien cultivado.

7. **Costas.** Son bajas y cenogosas al S., al N. presentan varias bahías acantiladas y masas graníticas. Entre sus puntos se halla el cabo de *San Mateo* (Saint Mathieu) el mas occidental de la Francia.—Tiene varios puertos, entre los cuales se cuenta BREST, puerto militar de primera clase, el mas considerable de Francia.—Hay varias islas.

8. **Curso del río.** El *Loar* (Loire) nace en el Gerbier de Jones, y en todo su curso riega un país cuyo aspecto general hemos descrito. Su álveo es arenoso y poco profundo y está sujeto á frecuentes inundaciones, detenidas en su parte inferior por algunas empuencias, desde donde se goza del espectáculo magnífico que presenta corriendo entre dos líneas de colinas, ricas, fértiles y cubiertas de vergeles y poblaciones.—Entre las muchas que baña en su curso solo citaremos: ROAN (Roanne), ciudad comerciante.—ORLEANS, antigua capital del *Orleanais*, y célebre por el sitio que sostuvo contra los ingleses en 1428, y que hizo levantar *Juana de Arc*.—TURS (Tours) metrópoli del *Lionnais*, y antigua capital de la *Turena* (Touraine).—NANTES, puerto famoso á doce leguas de la mar con 100,000 habitantes.

El río termina su curso entre dos fuertes que defienden su entrada.

El *Loar* (Loire) tiene varios afluentes de á derecha é izquierda que bañan muchas ciudades y poblaciones.—El *Viena* (Vienne) afluente izquierdo, baña á LIMOGES, antigua capital del *Limosin* (Limonsin), y recibe al *Clain* (Clain) que pasa por *Pontier* (Poitiers), antigua capital del *Pantu* (Poitou), y á *Creuse* que concluye en LA HAYA (La Haye) patria de Descartes.—El *Fureus*, afluente de derecha, pasa por SAN ESTEBAN (Saint-Etienne), gran ciudad industrial, con 40,000 habitantes.—El *Mayena* (Le Mayenne) otro afluente de derecha baña á ANGERS, antigua capital del *Anju* (Anjou).

9. **Divisiones políticas.** La hoya del *Loar* (Loire) pertenece políticamente á la Francia, y comprende los 18 departamentos siguientes: ALTO-LOAR (*Haute-Loire*), PUYDE-DOME, ALLIER, CREUSE, ALTO-VIENA, (*Haute-Vienne*), INDRE, CHER, NIEVRE, LOAR-Y-CHER (*Loire-et-Cher*), INDRE-Y-LOAR (*Indre-et-Loire*) VIENA (*Vienne*), SARTHE, MAYENA (*Mayenne*), DOS-SEVRES (*Deux-Sevres*), MEN Y LOAR (*Maine et Loire*), LOAR INFERIOR (*Loire inférieure*).

10. **Hoyas secundarias del Vilen (Vilaine) Blaset.** Estas ho-

yas y los pequeños rios de su nombre componen la parte meridional de la península de BRETAÑA (*Bretagne*), mesa llena de landas y selvas, cortada por valles estrechos y rodeada de montañas graníticas. Su poblacion, resto de la raza céltica, conserva su carácter original de independencia, costumbres puras y semisalvages.

El *Vilain* (*Vilaine*), baña á RENNES, antigua capital de la Bretaña.

11. **Divisiones políticas.** Pertenecen á la Francia, y á los tres departamentos siguientes: ISLA-Y-VILAIN [*Ille-et-Vilaine*], MORBIHAN y FINISTERRE.

§ V. **Vertiente de la Mancha.** Está formada: 1.º Por la pendiente septentrional de las alturas entre el *Loar* (*Loire*) y el *Sena* (*Senne*) desde las montañas de la *Cote-d'Or*, hasta el cabo *San Mateo* (*Saint Mathieu*); 2.º por la pendiente septentrional de la *Cote d'Or*, y de la mesa de Langres; 3.º por la pendiente occidental de los montes de los *Mense*, de la *Argone*, de los *Ardennes* occidentales hasta el cabo *Crisnés*. Figura próximamente un triángulo isóceles, cuyo vértice es el cabo (*Saint Mathieu*), la base la línea de alturas entre el *Sena* y el *Rhin* y la costa de la Mancha.—Comprende la hoya del *Sena* y otras varias secundarias al O. y E. de este rio.

2. **Aspecto general.** Este pais presenta un pais ondulado, abierto apenas por valles de pendiente suave, cortado por aguas que corren lentamente en un álveo llano, coronado de mesetas bajas y abierto por todas partes. Pasa por la comarca mas civilizada del globo y el centro del movimiento europeo, y por una de las porciones mas ricas y fértiles de Francia.

3. **Costas.** Forman dos golfos, el de *Saint-Malo* entre las penínsulas de Bretaña y de *Cherbourg*, y el del *Sena* entre la península de *Cherbourg* y la punta del *Havre*. Estas costas presentan sucesivamente altas rocas graníticas, acantiladas y playas suaves.—Frente á ellas se encuentran las islas de *Jersey*, *Alderney*, que pertenecen á los ingleses, aunque sus habitantes hablan el francés y son casi independientes.—Tiene varios puertos, entre los cuales se cuenta: *SAINT MALO*, en la isla de *Aron*, puerto muy importante rodeado de escollos.—*CHEBURGO* en el fondo de la bahía formada por las puntas de *Naque* y de *Lecó* á la desembocadura del *Dirrette*.—El *HAVRE* en la margen derecha y en la desembocadura del *Sena*, ciudad comerciante y la mas considerable de toda Francia por sus importaciones.

4. **Curso de las aguas al O. del Sena.** Ocho rios, poco considerables corren al O. del Sena, bañando varias poblaciones, algunas de bastante importancia.

5. **Curso del Sena.** Nace en las alturas de la *Cote-d'Or* y baña muchísimas poblaciones de las mas importantes de Francia, entre las cuales citaremos: *CHATILLON*, célebre por el congreso de 1814.—*TROYES*, antigua capital de la *CHAMPAÑA* (*Champagne*).—*MONTREAU*, donde *Napoleon* batió á los aliados en 1814.—*FONTAINEBLEAU*, separada algo á la izquierda del rio, sitio real, célebre por la morada de *Francisco I* y la abdicacion de *Napoleon*.

*PARIS* (antigua *Lutetia*) capital del reino de Francia, situada sobre el rio que la divide en dos partes, ademas de las islas. La poblacion es de 786,000 habitantes.

El *Sena* á la salida de *Paris* hace largas y numerosas sinuosidades y baña *SAINT-CLAUD*, sitio real, célebre por la muerte de *Enrique III* y la revolucion del 18 brumaire.—*VERSALLES*, ciudad grande y magnífica, situada sobre la mesa que corona el *Sena* desde *Paris*.—*SAINT-DENIS*, célebre por su antigua abadía, sepulcro de los reyes de Francia.—*ROUAN* antigua capital de la *Normandia*, ciudad manufacturera con 100,000 habitantes.—Desde aquí el *Sena* hace nuevas tortuosidades y desemboca en el *Oceano* entre el *HAVRE* y *HOMFLAUR*.

6. **Afluentes de la izquierda.** El *Jonne*, el *Loing*, el *Essonne* y el *Eure* son los principales á cuyas márgenes están colocadas varias poblaciones: el pais entre los dos primeros está cortado por colinas áridas de bosques y estanques; el comprendido entre los dos segundos, presenta algunas mesetas y llanuras, cortadas por alegres y fértiles valles.

7. **Afluentes de derecha.** El *Aube*, *Jerez*, *Marne Oise*, son afluentes de la derecha del *Sena*, cuyos valles y márgenes están cubiertos de muchas poblaciones mas ó menos importantes.

8. **Curso de las aguas al E. del Sena.** Entre los rios poco importantes del E. del Sena solo citaremos: El *Somme* que nace en *Fons-Somme*, y baña *SAN QUINTIN*, célebre por la batalla ganada por los españoles contra los franceses en 1557. *AMIENS*, antigua capital de la *Picardía*.

9. **Divisiones políticas.** La vertiente de la Mancha pertenece á la Francia y comprende los 22 departamentos siguientes: FINISTERRE, COTE-DU-NORD, ILLE-ET-VILLAIN, MANCHA (*Mancha*), CALVADOS, ORNE, EURE, SENA INFERIOR (*Senne-inferieure*), SOMME, PASO DE CALE (*Pas-de-Calais*), ESNE (*Aisne*), OAS (*Oise*) SENA Y OAS (*Senne-et-Oise*), SENA (*Senne*), SENA Y MARNE (*Senne-et-Marne*), EURE Y LOAR (*Eure-et-Loire*), MARNE Y ARDENES (*Marne-et-Ardennes*), ALTO MARNE (*Haute Marne*), COTE D'OR, YONE Y ORE (*Jonne et Aube*).

§ VI. **Vertiente del Mediterráneo.** 1.º Está formada: 1.º Por la vertiente oriental de la *Cocenas* [*Cevennes*], desde los montes del *Sioné* (*Sionais*), del *Charolé* (*Charolais*), de la *Cote d'Or* y de la mesa de los *Langres*; 2.º Por la vertiente meridional de los montes *Foncilles* y la parte meridional de los *Vosges*; 3.º Por la vertiente occidental del *Jura*; 4.º por la vertiente meridional del *Jorat* y de los *Alpes Helvéticos*; 5.º Por la vertiente septentrional de los *Alpes Peninos*; 6.º Por la vertiente occidental de los *Alpes Grecs*, *Cotiennes* y *Marítimos*, hasta el encuentro de los *Alpes* y de los *Apeninos* y el cuello de *Cadibone*.—Comprende la hoya del *Ródano* (*Rhode*) y algunas otras secundarias al O. y al E. de este rio.

2. **Descripcion de las montañas de circuito.** 1.º La mesa de *Langres* se une sin interrupcion á los *Montes-Foncilles* [*hoces*] y va en arco á confundirse con los *Vosges*.—2.º El *Jura* se dirige del N. E. al S. O. aproximándose á los *Alpes*, presentándose como un compuesto de seis murallas paralelas separadas por valles longitudinales.—3.º El *Jura* se une al *Jorat*, cerca del *Ródano*, en *Génova*. El *Jorat* se une á los *Alpes Helvéticos*.—4.º Los *Alpes* de la hoya del *Ródano* se dividen en *Penisinos*, *Grles*, *Cotiennes* y *Marítimos* (*Mari-*

times).—Los *Alpes Peninos* comienzan en el monte de *Saint Gothard* y concluye en el *Monte Blanco* [Mont-Blanc]. En este monte comienzan los *Alpes Grées* hasta el monte *Cenis* que comienzan los *Alpes Cotiennés*, uno de cuyos puntos culminantes es el *Monte Tubor*.

3. **Aspecto general de la vertiente.** Esta vertiente es muy variada y se divide principalmente en tres porciones. 1.ª La hoya oriental ó del *Ródano superior*, montañosa, estrecha, poco fértil y poblada; 2.ª la hoya septentrional del *Saona* (Saone), estrecha al O. y cubierta de colinas pobladas de viñedos, ancha al E. donde se prolongan los picos sucesivos del Jura, rica, fértil en vinos y en cereales y bien poblada; 3.ª La hoya meridional ó del *Ródano inferior*, estrecha al O. y limitada por las montañas áridas y desgarradas de las *Cevenas*, ancha al E. y atravesada de ramales que se desprenden de los Alpes, país poco fértil exceptuando la proximidad de los ríos habitado por una población belicosa é inteligente.

4. **Costas.** Presentan diversos aspectos y algunas son inaccesibles, particularmente desde el canal del Mediodía hasta la desembocadura del Ródano; pero desde aquí al Var hay desembarcaderos fáciles. Entre sus puertos se cuentan: *Arges-Mortés*, sobre el canal *Roubine*, célebre por haberse embarcado en él S. Luis para la Tierra Santa.—*Marsella*, antigua *Marsilia*, (peña de las colonias griegas de la Galia) ciudad muy comerciante del Mediodía de Francia, con 145.000 habitantes.—*Cannes*, pequeño puerto, célebre por el desembarque de Napoleón en 1815.—*Nice*, capital del condado de su nombre, que forma parte de los *Estados Sardinios*.—*Monaco*, capital de un pequeño principado que está bajo la protección del rey de Cerdeña.—*Savone*.—Toda la costa de Nice hasta este último fuerte pertenece á los *Estados Sardinios*.—Hay varias islas.

5. **Curso de las aguas al O. del Ródano.** El *Herauld*, que baña de las *Cevenas*; el *Les*, que pasa por *Mompeller*, villa republicana durante todo el período de la edad media; el *Vistre* que pasa por *Nimes*, ciudad grande, célebre en las guerras religiosas.

6. **Curso del Ródano.** Nace en *Saint-Gothard* y corre luego por el valle del *Palais* cercado por los *Alpes Helvéticos* y *Peninos* y uno de los cantones de la *confederación helvética*, país católico, célebre por las bellezas salvajes y pintorescas que encierra, bañando en él á *Sion*, capital del Valais, entrando en seguida en el lago *Leman*, á cuyas márgenes se halla *Lausana* (Lausanne).—El río sale de este lago en *Ginebra*, ciudad fuerte con 25.000 habitantes, en otro tiempo república independiente y centro de la religión calvinista y patria de *J. J. Rousseau*, *Neker*, *Marat*, etc.

Mas abajo de *Ginebra*, el Ródano entra en Francia y pasa al pié del fuerte *Ecluse*, desde donde sirve de límite entre Francia y Saboya por espacio de 15 leguas. Corre luego por Francia, y en su confluencia con el *Saona* (Saone) atraviesa á *Lion*, la segunda ciudad de Francia en importancia, situada en una península formada por el Ródano y Saona: fué capital de la Galia romana, y luego del reino de *Borgoña* (Borgogne) y tiene 165.000 habitantes.—El Ródano, á la salida

de esta ciudad baña varias poblaciones, entre ellas: *Aviñón* (*Arignon*), célebre por la morada de los papas desde 1307 hasta 1377.—*Arles*, antigua metrópoli de la Galia y del antiguo reino de *Provenza* (Provence), hoy muy decaída.—Algo más abajo el Ródano se divide en dos brazos, llamados el grande y el pequeño (*Grand-Ródano* y *Petit-Ródano*).—El primero se subdivide á su vez en otros tres brazos, y entre los dos mayores se halla la *Isla de Camargue*.—El Ródano es el río más impetuoso de Europa, y navegable más de 130 leguas de las 200 que componen su curso.

7. **Afluentes de derecha.** El mayor el *Saona* (Saone), que nace en la mesa de los *Langres*, y baña varias ciudades, entre ellas á *Chalons*. Este río tiene varios canales de comunicación. Entre los afluentes se halla el *Tille* por su derecha, que pasa por *Dijon*, antigua capital de la *Borgoña*, y *Doubs* por la izquierda que baña á *Besançon* (*Bessançon*) antigua capital, del *Franco-Condado* (*Franche-Comté*).

8. **Afluentes de la izquierda del Ródano.** El *Aruce*, el *Fier*, el *Bourget*, el *Gnier*, cuyos valles del mismo nombre constituyen la parte septentrional de la *Saboya*, país que, aunque separado de la Francia, pertenece á ella por su posición, sus costumbres y su idioma.—El *Bourget* recibe un pequeño afluente que baña *Chambery*, capital de la Saboya.—El *Isere* baja del monte *Iseron*, y corre primero por la Saboya, entra en Francia y atraviesa á *Grenoble*, antigua capital del *Delfinado* (*Dauphiné*).—El *Sergues*, que sale de la famosa fuente de *Vaucluse*.—El *Durance* baña á *Briançon* (*Briançon*) plaza fuerte.

9. **Curso de las aguas al E. del Ródano.** *Arc*, que pasa por *Aix*, antigua capital de Provenza.—*Roya*.—*Tugia*.—*Aroscia*, cuyas hoyas forman parte de los *Estados Sardinios*.

10. **Divisiones políticas.** La hoya del Ródano comprende: 1.º Los cantones del *Valais* y de *Genova*, que forman parte de la *CONFEDERACION HELVETICA*.

2.º Los 17 departamentos franceses siguientes: *COTE D'OR*, *SAONA-Y-LOAR* [*Saone-et-Loire*], *ALTO SAONA* [*Haute-Saone*], *DOUBS*, *JURA*, *AIN*, *RÓDANO* [*Rhone*], *ISERE*, *DROME*, *ALTOS ALPES* [*Hautes-Alpes*], *ARDECHE*, *CARD*, *HERAUD*, *VAUCLUSE*, *BAJOS ALPES* [*Basses-Alpes*], *BOCAS DEL RÓDANO* [*Bouches-du-Rhone*], *VAR*.

3.º El ducado de *SABOYA*, capital *CHAMBERY*.

4.º El ducado de *NICE*, capital *NICE*.

§ VII. **Vertiente del mar Germánico.** 1. Está al O. formada 1.º por el envés septentrional de los *Alpes Centrales*; 2.º por el envés septentrional de los *Alpes Helvéticos* y del *Jorat*; 3.º por el envés oriental del *Jura*; 4.º por el envés septentrional de los montes *Fancilles* (hoces) y de la mesa de *Langres*; 5.º por el envés oriental de los montes *Mense*, de la *Argonne Occidental* y de los *Ardenas occidentales* hasta el cabo *Grisnez*.—Al E. 1.º por el envés occidental de los *Alpes Grises* y *Algaviennes*; 2.º por las alturas de *Constancia* [*Constance*] y de la *Selva Negra*; 3.º por el envés septentrional de los *Alpes de Soubia* [*Souabe*]; 4.º por el envés occidental del *Ródano-Gebirge*, *Vogel-Gebirge* y *Egge-Gebirge*.

5.º por pequeñas ondulaciones hasta el Zuyderzée.—La *region física de la Galia*, teniendo por límite N. E. al Rhin, solo comprende la porción occidental de esta vertiente, que contiene la *hoya principal del Rhin*, ó su orilla izquierda; y la *hoya secundaria del Escalda* [Escant].—La porción oriental pertenece á la *region Germánica*.

2. **Montañas de la circunvalacion occidental.** Los *Alpes centrales* comprendidos entre el *San Gothard* y el *Molaya*, que se dirigen paralelamente al Ecuador, y componen la mesa mas elevada y la mas importante de las montañas de Europa.—Estos Alpes echan al N. tres ramales principales que constituyen una gran parte de las montañas de Suiza. Desde el *San Gothard* se separan al O. los *Alpes Helvéticos* que se unen al *Jorat* y este al *Jura*. Los *Vosges* se ligan con los anteriores por el *Ballon á Alsace* [vallecito de Alsacia] que se enlaza al O. con los montes *Fancilles* y con la mesa de *Langres*. De esta se separan y corren entre el *Meuse* y el *Moselle* una cadena llamada *Argonne Oriental* y entre el *Marne* y *Meuse* los montes *Meuse*, á que siguen el *Argonne Occidental* y los *Ardennes Occidentales* hasta el cabo *Grisnez*.

**Aspecto general.** La *hoya del Rhin* se divide naturalmente en tres partes: 1.º *Hoya del Rhin superior* ó del *Rhin Suizo*, desde el nacimiento del río hasta *Bale*: vasto conjunto, casi circular, rodeado de montañas, cubierto de picos, de lagos, de rios, donde se estienden apenas algunos llanos estrechos, y cuyos valles permiten únicamente las comunicaciones. 2.º *Hoya del Rhin medio* ó del *Rhin francés y germánico* desde el *Bale* hasta *Wessel*, vasto cuadrilátero comprendido entre el *Bale*, *Wessel*, *Metz* y *Nuremberg*, uno de los países mas ricos y mas poblados de Europa, cercado por cadenas de montañas paralelas al curso del río y que le separan de sus afluentes, siendo las mas notables los *Bosges* y la *Selva Negra* que encierran el Rhin en un largo y estrecho valle de una admirable fertilidad y sumamente pintoresco; 3.º *Hoya del Rhin inferior* ó del *Rhin holandés*, país abierto, ancho y llano, cubierto de aguas y de lagunas, cortado por las inundaciones marítimas y cuyas partes próximas al mar están debajo del nivel de sus aguas; el clima es en algunas partes mal sano; pero la tierra abundantemente bañada por canales y cursos de agua sin número, es casi en todas partes fértil.

3. **Hoya superior del Rhin.—Curso de este río.** El Rhin está formado por dos afluentes principales; el uno baja del *Vogelberg*, y el otro de la garganta del *Ober Alp*. El primero se llama *Rhin Superior* y atraviesa un valle espantoso llamado *Via-Mala*; el segundo se llama *Rhin Inferior*, que aumentado por muchos torrentes, el mayor de los cuales se llama *Rhin Medio*, atraviesa un valle áspero y profundo, coronado de heleras. El Rhin pasa luego á dos leguas de *Coar* [Coire], capital del canton suizo de los *Grisones*, y sirviendo de límite entre la confederacion Suiza y *Germánica*, baña —*Vaduz*, capital del pequeño principado de *Lichstentein*. Despues de treinta leguas de curso cae en el lago *Boden* ó de *Constanza* [Constance], ciudad situada sobre la orilla izquierda del estrecho que une dicho lago al de *Zell*. El río al salir de este lago toma su direccion al O. y baña á *Schaffhausen*, ciudad capital de un canton suizo. Mas abajo

corre entre montañas, separando los cantones de *Argovia* y de *Bale* del gran ducado de *Baden*, y despues de un curso tortuoso llega á *Bale*, ciudad grande, capital del canton suizo de su nombre.

**Afluentes de la izquierda del Rhin.** Los afluentes de esta parte del Rhin corren entre montañas por los estrechos y pintorescos valles de la Suiza. Uno de ellos, el *Aar*, pasa por *Berna*, ciudad la mas considerable de Suiza, con 20,000 habitantes. Entre los afluentes del *Aar*, se cuentan: 1.º *Thiel* por su izquierda, que sale del lago *Neufchatel*, cuya ciudad del mismo nombre es capital de un canton suizo; 2.º El *Reuss* por su derecha, que atraviesa el lago de los *Cuatro Cantones* y baña *Lucerna*, capital de otro canton; 3.º El *Limmat*, tambien por su derecha, que atraviesa el lago *Zurich* y baña á *Zurich*, capital del canton de este nombre, y una de las poblaciones mas importantes de Suiza.

4. **Divisiones políticas.** La *hoya del Rhin superior* comprende casi íntegramente 19 de los 29 cantones que componen la *CONFEDERACION HELVETICA*, que se gobierna por una dieta general que arregla las relaciones exteriores del país; pero cada canton forma un Estado separado, y se gobierna por sí mismo. *Zurich*, *Berna* y *Lucerna* son alternativamente la residencia de la dieta.

5. **Hoya del Rhin medio.—Curso del río.** Desde *Bale*, el Rhin deja la Suiza, y sirve de límite entre la *Francia* y la *Alemania*, y á alguna distancia deja á la orilla izquierda á *Strasburgo*, antigua capital de la *Alsacia* [Alsace], ciudad francesa con 60,000 habitantes. El Rhin baña otras ciudades y abandona la *Francia* en la confluencia del *Lauter*, y separando la *Baviera Rhiniana* del gran ducado de *Bado*, baña varios pueblos, entre ellos *Colonia* [Cologne], gran ciudad, antigua capital de un electorado eclesiástico con 60,000 habitantes. El Rhin pasa por fin por *Wessel*, plaza fuerte, dejando los Estados prusianos para entrar en *Holanda*.

**Afluentes de la izquierda.** Los muchos afluentes que por este lado tiene el Rhin bañan diversas poblaciones y sus valles presentan un aspecto generalmente fértil. El *Moselle* baña á *Metz*, plaza de primer orden, capital del departamento del *Moselle*. El *Meurthe*, que baja de los *Vosges*, baña á *Nanci*, antigua capital de la *Lorena* [Lorraine].—El *Alzette* baña á *Luxemburgo*, una de las plazas mas fuertes de Europa.

6. **Divisiones políticas.** La *hoya del Rhin Medio*, desde *Bale* hasta *Coblenz*, comprende políticamente: 1.º Los departamentos siguientes de la *Francia*: *ALTO-RHIN* [Haut-Rhin], *BAJO-RHIN* [Bas-Rhin], *VOSGES*, *MEURTHE*, *MOSELLE*.

- 2.º La *BAVIERA-RHINIANA*, capital *DEUX-PONTES* [Dos-Puentes].
- 3.º Parte del ducado de *HESSE-DAMSTADT* y territorios pertenecientes á los príncipes de *OLDENBURGO* y de *HOMBURGO*.
- 4.º Parte de la *PRUSIA RHINIANA* ó de las provincias del *BAJO-RHIN*, capital *AIX-LA-CHAPELLE*.
- 5.º El ducado de *LUXEMBOURG*, dividido hoy entre *Holanda* y *Bélgica*; la parte holandesa tiene por capital *LUXEMBOURG* y la parte belga *ARLON*.

**7. Hoya del Rhin Inferior.—Curso del río.** Mas abajo de Schenk el Rhin se divide en dos grandes brazos que corren sobre un plano casi horizontal, presentando un vasto caos de aguas lentas y sucias que se esparcen por todas partes en un terreno sin declive. De los dos brazos principales el del S. O. se llama Wahal y el de N. O. conserva el nombre de Rhin. Ambos bañan diferentes poblaciones, y el Rhin pasa por **UTRECHT**, ciudad célebre por el tratado de union entre las provincias holandesas y por el congreso de 1713.

**Afluentes de la izquierda.** El único del Rhin inferior es el *Meuse* [Mosa] que se puede tambien mirar como formando una hoya particular, desembocando directamente en la mar que baña diversas poblaciones, entre ellas **ROTTERDAM**, puerto muy floreciente con 60,000 habitantes. Entre los numerosos afluentes del Meuse, en cuyas márgenes están situadas muchísimas poblaciones, se cuenta el *Rocer*, que recibe un pequeño torrente que nace cerca de **AIX-LA-CHAPELLE**, célebre por los tratados de 1668 y 1748, y por el congreso de 1818.

**8. Hoya del Escalda.—[Esaunt].** Este río nace en los Ardenes y baña varias ciudades, entre ellas á **GANTE** [Gand], con 60,000 habitantes, cortada por cuatro rios y patria de **CARLOS V. AMBERES** [Anvers], una de las ciudades mas fuertes y comerciantes de Europa, con un puerto vasto y un magnífico arsenal.

**Afluentes del Escalda.** Entre los varios á cuyas márgenes é inmediaciones hay diversas poblaciones, se cuentan, 1.º el *Lis*, que baña, entre otras, por medio de un canal á **LILA** [Lille], plaza de primer orden con 70,000 habitantes; 2.º el *Sena*, que baña á **BRUSELAS** [Bruxelles], capital de la Bélgica con 100,000 habitantes.

**Costas y puertos entre el cabo Grisnez y la desembocadura del Escalda.** Las costas son bajas con muchos golfos é islas y garantidas de las inundaciones marítimas por inmensos diques. Sus puertos son numerosos y entre ellos citaremos: 1.º **CALE** (Calais). 2.º **GRAVELINES**. 3.º **DUNQUERQUE**, plaza fuerte y puerto comerciante y de guerra, el mas importante de la Francia sobre el mar Germánico. 4.º **NIEUPORT** y **OSTENDE**, puertos belgas.

**9. Divisiones políticas.** Las hoyas del *Rhin Inferior* con la secundaria del *Escalda* comprenden políticamente, 1.º los departamentos siguientes de la **FRANCIA**, **MEUSSE** [Mosa], **ARDENNES**, **NORTE**, **PAS-DE-CALAIS**, (Paso de Calé).

2.º El reino de **BELGICA**, capital **BRUSELAS**.

3.º Parte del reino de **HOLANDA**.

### TERCERA REGION.—GERMANIA.

§ I. **Ideas generales.** 1. Cuáles son los límites de esta region.—2. Qué aspecto presenta.—3. Cuál es la línea de división de sus aguas.—4. Cómo puede dividirse físicamente esta region.

§ II. **Historia de la geografía de la Germania.** 1. Reseña histórica de las vicisitudes de esta region.—2. Cuáles son los estados Prusianos.—3. Y los Austríacos.

§ III. **Vertiente del mar Germánico.** 1. Qué hay de notable en los afluentes del *Rhin Superior*.—2. Qué divisiones políticas comprende este país.—3. Qué hay de notable en los afluentes del *Rhin medio*.—4. Qué divisiones políticas comprende.—5. Qué hay de notable en los afluentes de la derecha del *Rhin Inferior*.—6. Y en las corrientes de las aguas y las costas desde las bocas del *Rhin* hasta las del *Weser*.—7. Qué divisiones políticas comprende.—8. Por qué está formada la hoya del *Weser*.—9. Qué aspecto presenta.—10. Costas.—11. Curso del río.—12. Afluentes de la izquierda.—13. Afluentes de la derecha.—14. Divisiones políticas.—15. Por qué está formada la hoya del *Elba*.—16. Cómo se subdivide esta hoya.—17. Qué hay de notable en la hoya del *Elba Superior*.—18. Qué divisiones políticas comprende.—19. Qué hay de notable en la hoya del *Elba inferior*.—20. Qué divisiones políticas comprende.

§ IV. **Penínsulas é islas Danesas.** 1. Qué hay de notable en la península Danesa.—2. Y en sus islas.—3. Qué divisiones políticas comprende la península é islas Danesas.

§ V. **Vertiente del mar Báltico.** 1. Por qué está formada la hoya del *Oder*.—2. Qué aspecto presenta el país.—3. Qué hay de notable en sus costas.—4. Qué hay de notable en el curso del río y sus afluentes.—5. Divisiones políticas.—6. Por qué está formada la hoya del *Vistula*.—7. Qué aspecto presenta el país.—8. Qué hay de notable en sus costas.—9. Y en el curso del río y sus afluentes.—10. Qué divisiones políticas comprende la hoya del *Vistula*.

§ VI. **Vertiente del mar Negro.** 1. Por qué están formadas las hoyas del *Danubio*.—2. En qué se subdividen las hoyas del *Danubio*.—3. Qué hay de notable en la primera hoya del *Danubio*.—4. Qué divisiones políticas comprende.—5. Qué hay de notable en la segunda hoya del *Danubio*.—6. Qué divisiones políticas comprende.—7. Qué hay de notable en la cuarta hoya del *Danubio*.—8. Qué hay de notable en la costa desde el cabo *Fanaraki*.—9. Qué divisiones políticas comprende.

§ I. **Ideas generales.** 1. Esta region, la mas central de la Europa, tiene por límites: al O. el curso del *Rhin*; al S. los Alpes Itálicos y Helénicos; al E. el mar Negro, los *Karpatas* y el *Vistula*; al N. el mar Báltico y el mar de Alemania.—Está comprendida entre la latitud N. 55º 32' y 40º 20' y entre la long. E. 2º 8' y 19º 40'.

2. **Aspecto general.** No puede menos de ser variada en una comarca tan dilatada. La vertiente septentrional es casi toda llana, y las cinco hoyas que comprende, apenas están separadas por algunas alturas. Es un país generalmente poco fértil, aunque rico.—La vertiente meridional es montuosa y contiene una sola hoya; es un país fértil, bien cultivado, aunque no tan poblado como la vertiente septentrional. El norte es por lo comun húmedo, frío y azotado por los vientos. El centro, saludable y muy templado. El mediodía goza una temperatura estrema.

3. **Línea de división de las aguas.** Formanla los *Alpes Germánicos*, serie de alturas de diversos aspectos, tortuosa y distinta, por un lado domina las llanuras inmensas que miran al Oceano, y por otro parece el terrado avanzado de los grandes Alpes. Desprende al N. unos ramales que no son mas que pequeñas colinas que desaparecen en las llanuras; y al S. algunos estribos cortos, exceptuando la gran cadena semicircular de los *Karpatas*.

4. La *Germania* puede, pues, dividirse físicamente de este modo: 1.º Vertiente

te del mar Germánico: 2.º *Península* é islas *Danasas*; 3.º Vertiente del mar Báltico; 4.º Vertiente del mar Negro.

§ II. **Historia de la geografía de la Germania.** Esta region no comenzó á ser conocida hasta que los pueblos del Norte entraron en contacto con los romanos. Hallábase entonces dividida en una multitud de tribus independientes y enemigas, los *alamani*, los *sajones*, los *burguñones*, etc. La Alemania no salió de la barbarie hasta Carlo-Magno que la agregó al imperio. Llamóse entonces *Tracia oriental* ó *Anstrasia*, denominación que se conserva en una pequeña parte de la hoya del Danubio, el *Austria*. Los principales pueblos que hacían parte del imperio occidental de los francos eran: los *grisonos*, los *sajones*, los *turingios*, los *alemanes*, los *sucros*, los *bávaros*, los *panonios*. Establéciose por fin el reino de *Germania*. Los pueblos, aprovechando las querellas entre los papas y los emperadores, se hicieron independientes, y el reino de *Alemania* se convirtió en una gran confederación. Formáronse varias ligas, una de ellas entre las ciudades comerciales se llamó *Ansiática*. En medio de estas revoluciones comenzaron las *casas germánicas*. Una de ellas, la de *Austria*, subió al trono en 1438. Otra, la de Brandebourg, forma el reino de *Prusia*. No seguiremos á estas dos potencias, ni á los demas Estados de Alemania en sus diferentes alternativas. Hoy la *Prusia* y el *Austria* dominan toda la Germania no sin rivalidad. La *Prusia*, escalonada desde el Rhin hasta el Niemen, consiguió formar una unidad moral y comunidad de intereses en los fragmentos de que se compone, haciendo florecer hábilmente en ellos la instruccion, la industria y la agricultura. El *Austria* se estiende mas al Mediodia, y cada dia se hace mas estraña á la Germania, cuyo poder se escapa de sus manos.

2. **Estados prusianos.** 1.º Brandeburgo. 2.º Prusia occidental. 3.º Prusia oriental. 4.º Pomérania. 5.º Posen. 6.º Sajonia. 7.º Silesia. 8.º Bajo Rhin. 9.º Cleves-Berg. 10.º Westfalia.

3. **Estados austriacos.** 1.º Austria. 2.º Bohemia. 3.º Stiria. 4.º Carintia. 5.º Carnicle. 6.º Tirol. 7.º Moravia. 8.º Hungría. 9.º Transilvania. 10.º Croacia. 11.º Dalmacia. 12.º Iliria. 13.º Esclavonia. 14.º Galicia. 15.º Lombardia.

§ III. **Vertiente del mar Germánico.—1. Hoya del Rhin (márgen derecha) (1).—Afluentes de la márgen derecha del Rhin Superior.** No son de importancia.

2. **Divisiones políticas.** La hoya de la orilla derecha del Rhin superior comprende: 1.º Parte del canton de los Grisonos, 2.º El principado de Lichstenstein, capital Vadutz, que forma parte de la Confederación Germanica, 3.º Parte del Vorarlberg que pertenece al imperio de Austria, 4.º La parte occidental del reino de Baviera, 5.º La parte meridional del reino de Wurtemberg, 6.º La parte oriental del gran ducado de Bade. Estos últimos cuatro Estados tocan en el lago de Constanza.

[1] Las montañas de circunvalacion, el aspecto general del pais, y el curso del rio, que da descrito en la margen izquierda del Rhin, págs. 86, 87 y 88.

3 **Afluentes de la derecha del Rhin Medio.** Son de mucha mas consideracion que los del Rhin Superior. De ellos citaremos: 1.º El *Necker*, que nace en la union de la *Selva Negra* y de los Alpes de *Suavia*, y forma una hoya triangular, fértil y poblada. Entre las poblaciones que el rio baña se halla *Stuttgart*, capital del reino de *Wurtemberg*, centro de las carreteras que unen el Rhin con el Danubio. 2.º El *Mein* (*Manus*) que baña, *Frankfort*, ciudad libre, asiento de la dieta de la Confederación Germanica con 60,900 habitantes. La hoya de este rio está atravesada de caminos en todos sentidos que comunican al N. con el Mediodia de Alemania. Los demas afluentes forman varias hoyas, cuya poblacion es numerosa, rica y principalmente entregada á la industria del hierro.

4. **Divisiones políticas.** La hoya de la orilla derecha del Rhin Medio comprende: 1.º El gran ducado de *Bade*, cuya capital es *Carlsruhe*, regido constitucionalmente que ocupa parte de la orilla derecha del rio. 2.º Los principados de *Hohenzollern-Sigmaringen* y de *Hohenzollern-Hechingen*, capital *Sigmaringen* y *Hechingen*, cuyo gobierno es absoluto. 3.º La mayor parte del reino de *Wurtemberg*, capital *Stuttgart*, monarquía representativa. 4.º El ducado de *Hesse-Darmstadt*, que posee las dos orillas del Rhin y la desembocadura del *Mein*, cuyo gobierno es representativo. 5.º La parte septentrional del reino de *Baviera*, comprendida en la hoya del *Alto Mein*, 6.º El ducado de *Nassá*, (*Nassau*), sobre el Rhin, enclavado entre *Hesse* y *Prusia*, cuyo gobierno es representativo. 7.º Parte de la *Monarquía Prusiana* que comprende la provincia de *Westfalia*.

5. **Afluentes de la derecha del Rhin Inferior.** No presenta ninguno notable.

6. **Corrientes de la costa y costas desde las bocas del Rhin hasta las del Wesser.** Las corrientes ó pequeños rios que van á la costa, bañan varias poblaciones, algunas de importancia. Las costas son aun mas bajas que las de la orilla izquierda, y las inundaciones se detienen por medio de diques que frecuentemente rompe la mar. El pais está cubierto de lagos. Toda la costa pertenece á la *Holanda*. Entre las muchas poblaciones de estas costas, se cuentan: 1.º El *Haya*, ciudad antigua de 50,000 habitantes, segunda capital de la *Holanda*. 2.º *Amsterdam*, capital de la *Holanda* con 200,000 habitantes, situada en el fondo del golfo del *Y*, ciudad de las mas comerciantes del mundo y el principal puerto de la *Holanda*.

7. **Divisiones políticas.** 1.º Las provincias septentrionales del reino de *Holanda*, cuyo gobierno es representativo. 2.º La parte mas occidental del reino de *Hannover*.

8. **Hoya del Wesser.** Está formada: 1.º Por el envés oriental del *EGGE-Gebirge* y del *Vogelberg*. 2.º Por el envés septentrional del *Ródano-Gebirge* y del *Franken-Wald*. 3.º Por el envés occidental del *Thuringer-Wall*, del *Harta* y de algunas colinas insignificantes entre el *Wesser* y el *Elba*. Direccion general del S. al N. O. Longitud 100 leguas; mayor anchura 35.

9. **Aspecto general.** Esta hoya es una especie de golfo llano cubierto

de abrojos, lanas y lagunas, arenoso, estéril, exceptuando sobre las márgenes de los rios, húmedo y frio. Los rebaños son la principal riqueza del país, y la raza caballar bastante buena.

10. **Costas.** Son muy bajas, cenagosas y nada presentan interesante.

11. **Curso del rio.** El Weser nace en Franken-Wald, bajo el nombre de *Werra*, y sigue su curso bañando algunas poblaciones, entre ellas á BREMA, ciudad libre y muy comerciante con 40.000 habitantes, desde donde se une á la mar por una ancha desembocadura, pero solo es navegable hasta cuatro leguas mas abajo de dicha ciudad.

12. **Afluentes de la izquierda.** Entre ellos citaremos: 1.º *Fulda*, que baña CASSEL, antigua capital del reino de Westfalia. 2.º *Hunt*, que pasa por OLDENBURGO (Oldembourg), puerto y capital del gran ducado de este nombre.

13. **Afluentes de la derecha.** Entre ellos citaremos el *Aller* que recibe numerosos afluentes, entre los cuales se cuentan: 1.º *Ocker* que baña BRUNSWICK, capital del ducado de este nombre. 2.º *Leine* que baña á GOETTINGUE, célebre por su universidad, y HANNOVER, capital del reino de este nombre.

14. **Divisiones políticas.** 1.º Ducados de SAJONIA-GOTHA-COBURG, y SAJONIA-MEININGEN, capitales GOTHA y MEININGEN; cuyo gobierno es representativo. 2.º Electorado de HESSE-CASSEL, capital CASSEL, gobierno absoluto. 3.º Principado de WALDECK, capital COLBASCH, cuyo gobierno es representativo. 4.º Parte de la MONARQUÍA PRUSIANA, ó sea de WESTFALIA y de SAJONIA. 5.º Ducado BRUNSWICK, cuyo gobierno es representativo. 6.º Reino de HANNOVER, monárquico con Estados. 7.º Condados de LIPPE-DETMOLD y de LIPPE-SCHAUBENBURGO, monarquía con Estados. 8.º Gran ducado de HOLSTEIM-OLDENBURGO, monarquía con Estado. 9.º Ciudad libre de BREMA, cuyo gobierno es democrático. Todos estos países forman parte de la CONFEDERACION-GERMANICA.

15. **Hoya del Elba.** Está formada: 1.º Por el envés oriental de las colinas entre el *Wesser* y el *Elba*, del *Hartz*, del *Thuringer-Wald*. 2.º Por el envés septentrional de la *Selva de Bohemia* (*Böhmer Wald*), de las montañas de *Moravia* (*Mährisches-Gebirge*). 3.º Por el envés occidental de las montañas de los *Gigantes* (*Rieser-Gebirge*) y por las alturas situadas entre el *Elba* y el *Oder*. Direccion general, del S. O. al N. O. Longitud 188 leguas; anchura 70.

16. Divídese esta hoya en otras dos; la una *superior*, que es una mesa rodeada de montañas; la otra *inferior*, país llano y de doble estension que el primero.

17. **Hoya del Elba Superior.** Es un cuadrilátero abierto por el *Elba* y el *Moldau* (*Moldau*).

**Aspecto general.** Esta hoya está generalmente mal cultivada y poblada, y ofrece pocos recursos; sin embargo, posee inmensas selvas y bosques, minas de hierro considerables, y caballos de fama para la guerra.

**Curso del rio.** El *Elba* baja de las montañas de los Gigantes, y corre por un valle estrecho y salvaje bañando varias poblaciones.

**Afluentes de la izquierda del Elba.** Entre ellos se cuenta el *Moldau* que baja de las selvas de Bohemia y corre paralelamente á esta cadena en

un valle muy salvaje, bañando varias poblaciones, entre ellas PRAGA, capital de la Bohemia, que ocupa el centro de la hoya superior del Elba, con 100.000 habitantes.

18. **Divisiones políticas.** La hoya superior del Elba comprende casi íntegramente el reino de BOHEMIA, que depende del imperio de Austria.

19. **Hoya del Elba Inferior.—Aspecto general del país.** Es un país casi todo de llanuras y arenales cubierto de selvas, lagunas y lagos; es poco fértil, pero bien cultivado y poblado, y sureado por multitud de caminos.

**Costas entre las bocas del Weser y del Elba.** Presentan los mismos caracteres que las precedentes, llanas, arenosas y nada fértiles.

**Curso del rio.** Al salir de las montañas, entra en Sajonia, y baña: 1.º DRESDE, capital de dicho reino, con 70.000 habitantes. 2.º HAMBURGO, ciudad libre y una de las mas ricas y comerciantes de Europa, con 120.000 habitantes, y termina su curso en la mar.

**Afluentes de la izquierda.** Los diferentes que cruzan el país por este lado, bañan muchas á importantes poblaciones. *Ilm*, uno de ellos, pasa por WEIMAR, capital del ducado de *Sajonia-Weimar*. El *Elster*, que nace en los montes Metálicos y baña á LEIPSIG, una de las ciudades mas comerciantes de Europa, centro de diez carreteras con 400.000 habitantes.

**Afluentes de la derecha.** Mencionaremos únicamente el *Havel*, que nace en los lagos del Mecklembourg, y recibe entre sus afluentes el *Spre*, que baña á BERLIN, capital del reino de Prusia, con 200.000 habitantes.

20. **Divisiones políticas.** La hoya inferior del Elba comprende: 1.º El reino de SAJONIA, capital DRESDE, cuyo gobierno es monárquico con Estados. 2.º El gran ducado de SAJONIA-WEIMAR, capital WEIMAR, gobierno monárquico con Estados. 3.º Ducados de SAJONIA-ALTEMBURGO, capital ALTEMBURGO, monarquía con Estados. 4.º La parte central del reino de Prusia. 5.º Los principados de ANHALT-DESSO, ANHALT-BERNEBURGO ANHALT-COETHEN, que forman una monarquía con Estados. 6.º Los principados de SCHWARTZBURG-SONDERSHOUSEN y SCHWARTZBURG-RODOLSTADT, que forman una monarquía absoluta. 7.º Los principados de REUSS-SCHLEISS, REUSS-GREITZ, y REUSS-LORENSTEIN-ERERSDORF, que forman una monarquía con Estados. 8.º La ciudad libre de HAMBURGO, república. 9.º La parte meridional del ducado de HOLSTEIM-LANENBOURG que pertenece al rey de Dinamarca. 10.º La parte oriental del reino de HANNOVER.

§ IV. **Península é islas Danesas.—Península.** La línea de separacion de las aguas del Elba y del Oder, forma al N. entre el mar Germánico y el Báltico una península, especie de rectángulo, muy cortado por bahías y pequeñas penínsulas; bajo, cenagoso, sembrado de lagos y pequeños rios, y cuya línea de division de las aguas es casi insensible; el clima es húmedo y suave, fértil en pastos, y posee en su parte oriental grandes selvas.

La *Península Danesa* [antiguo Chersoneso cimbrico] se divide políticamente en HOLSTEIM al Mediodía, que es la parte mas fértil; SLESWIG al centro, que es la mas estrecha, y JUTLAND al N. que es la mas acuática, y está cortada por un largo y tortuoso brazo de mar que forma una isla de su estremidad septentrional.

Entre sus puertos se cuenta LUBEK, ciudad libre, con 25,000 habitantes, antigua capital de la liga ansiática.

2. **Islas.** En el Báltico al E. de la península se encuentran: 1.º FIONIA, separada de la Península por el estrecho del pequeño *Belt*, y cuya capital es ODENSE. 2.º SECLAND, separada de la anterior por el estrecho del gran *Belt* y de la Península Escandinava por el del *Sund*. Entre sus ciudades se cuenta COPENHAGUE, capital de los estados daneses con una población de 110.000 habitantes.

3. **Divisiones políticas.** Comprenden casi toda la MONARQUÍA DANESA que pertenece á la CONFEDERACION GERMANICA.

§ 5º. **Vertiente del mar Báltico.**—1. **Hoya del Oder.** Está formada: 1.º Por el envés oriental de las alturas entre el *Elba* y el *Oder* y de los *Riessen-Gebirge*. 2.º Por el envés septentrional de los *Sudetes*. 3.º Por el envés occidental de las colinas entre el *Oder* y el *Vistula*. Dirección general: de S. O. á N. O. Longitud 140 leguas, anchura 85.

2. **Aspecto general.** Este país es llano, cenagoso, cubierto en su parte meridional de grandes selvas, y en su parte septentrional de landas y lagos. El clima es generalmente frío y húmedo, la tierra poco fértil y rica solamente en combustible y pastos; está bien cultivada y habitada por una población activa é industriosa.

3. **Costas.** Están formadas de terrenos arenosos, donde se acumulan formando lagos las aguas de los ríos. Hállanse en ellas algunos puertos.

4. **Curso del río.** El *Oder* nace en los Sudetes, corre por entre grandes magníficos bosques, bañando varias poblaciones, entre ellas: BRESLÓ, plaza fuerte y capital de la Silesia con 80.000 habitantes.—FRANCFOR; y termina en un vasto lago que comunica con la mar por tres bocas, formando en la playa dos grandes y cenagosas islas.

**Afluentes de la izquierda.** Hay varios que bañan diferentes poblaciones. El *Opa*, uno de ellos baña: TROPPO, capital de la Silesia Austríaca.

**Afluentes de la derecha.** Hállase entre ellos el *Wartha* de mucha estension, que atraviesa un país llano y baña: POSEN, capital de la Polonia Prusiana.

5. **Divisiones políticas.** Esta hoya está comprendida casi enteramente en la MONARQUÍA PRUSIANA, formando las provincias de SILESIA, capital BRESLÓ; BRANDEBURGO, capital BERLIN, POMERANIA y POSEN.—Comprende también los ducados de MECKLENBURGO—SEGWERIN y MECKLENBURGO—STRELÍTZ, gobiernos monárquicos con estados.

6. **Hoya del Vistula.** Está formada por el envés oriental de las colinas y llanuras cenagosas entre el *Oder* y el *Vistula*, por el envés septentrional de los *Karpatas* occidentales, y el envés occidental de las llanuras apenas onduladas entre el *Vistula* y el *Niemen*.—Dirección general de S. E. al N. O. longitud 160 leguas, anchura 100.

7. **Aspecto general.** País llano, lleno de lodazales, con malas comunicaciones, mal cultivado y mal poblado, esceptuando la parte septentrional que es bastante fértil.

8. **Costas.** Muy bajas y cubiertas de lagos.

9. **Curso del río.** El *Vistula* baja de los *Karpatas* y baña: CRACOVIA, ciudad libre, bajo la protección de los soberanos de Rusia, Prusia y Austria con 25.000 habitantes.—VARSOVIA, capital de la Polonia, situada sobre la orilla derecha del río con 100.000 habitantes.—DANTZIC, una de las plazas mas fuertes de Europa, y el primer puerto de los estados Prusianos con 60.000 habitantes.—El *Vistula* termina su curso una legua mas abajo de esta ciudad.

**Afluentes.** Los afluentes de la derecha é izquierda del *Vistula* atraviesan un país llano y tienen en sus márgenes varias poblaciones.

10. **Divisiones políticas.** La hoya del *Vistula* era el centro de la antigua POLONIA, y por consiguiente pertenece hoy á los tres estados que se han dividido este reino. La parte superior forma la GALICIA, porción del AUSTRIA; la parte central forma el nuevo reino de POLONIA, porción de la Rusia; y finalmente, la parte inferior forma la PRUSIA OCCIDENTAL.

§ VI. **Vertiente del mar negro. Hoyas del Danubio.** Están formadas: 1.º Por el envés meridional de los *Alpes de Suavia*, del *Steiger-Wald*, del *Fichtel Berg*, de las montañas de Bohemia y de Moravia, de los *Sudetes*, de los *Karpatas* occidentales y centrales y de una línea de alturas que corre entre el *Pruth* y el *Dniester* hasta el mar Negro. 2.º Por el envés septentrional de los *Alpes de Constanza*, *Alpavienas*, *Grisces*, *Reticos*, *Carnicos*, *Julianos*, *Dinaricos* y de los *Balkasias* hasta el estrecho de Constantinopla. Estas dos largas cadenas que tienen de 600 á 700 leguas de desarrollo, se reúnen en la parte meridional del *Schwartz-Wald* donde está el origen de la hoya.—Dirección general del N. O. al S. E.—Longitud 500 leguas, anchura 200.

2. La hoya del Danubio se subdivide en cuatro hoyas parciales de nivel diferente, que forman cuatro vastas gradas que el río se ve forzado á bajar. Describiremos sucesivamente estas cuatro hoyas.

3. **Primera hoya del Danubio.—Aspecto general.** Este país forma una mesa pentagonal la mas estensa de Alemania, rica, fértil, bien poblada, llena de recursos y atravesada por una multitud de buenos caminos.

**Curso del río.** El *Danubio* nace en la Selva Negra, por dos manantiales que atraviesan profundos y difíciles valles, que reunidos bañan varias poblaciones, entre ellas—Ulm, ciudad en otro tiempo libre é imperial, que pertenece hoy al reino de Wurtemberg.—RATISBONA, grande y rica ciudad, libre en otro tiempo y residencia de la dieta imperial, perteneciente hoy al reino de Baviera.

**Afluentes.** Los de la izquierda son poco considerables; pero los de la derecha son muy importantes, forman varias líneas militares célebres, y á sus márgenes se encuentran ricas y grandes poblaciones. El *Lech* pasa cerca de AUSBURGO, antigua ciudad libre é imperial con 30.000 habitantes, célebre por la confesion de los Luteranos en 1530, y que pertenece hoy á la Baviera.—El *Iser* corre en un valle muy profundo por espacio de algunas leguas, entra en otro mas abierto, aunque rodeado de montañas, recibe varios afluentes, atraviesa grandes selvas y tiene su álveo ancho y sembrado de islas. Pasa por MUXICH, ciudad capital de la Baviera con 90.000 habitantes.

4. **Divisiones políticas.** La primera hoya del Danubio comprende: 1.º Los principados de HOHENZOLLERN. 2.º Parte del reino de WURTEMBERG. 3.º La mayor parte del reino de BAVIERA, que ocupa la porción mas rica. 4.º El TIROL Aleman, perteneciente al Austria.

5. **Segunda hoya del Danubio. Aspecto general.** Este país es un espacio muy vasto ó irregular circunscripto por todas partes de altas montañas, y que presenta un aspecto diferente del de la primera hoya. El río á su entrada atraviesa un desfiladero casi tan temible como el de Ulm; pero en su orilla izquierda se encuentran los grandes afluentes, las comarcas anchas y abiertas, llenas de bosques y cenagales. La orilla derecha es estrecha, difícil, cubierta de montañas desnudas y heladas, de pintorescos lagos, de cortos y torrentosos ríos que dan al país una fisonomía semejante á la Suiza. Está bien poblado y cultivado y es bastante industrial y rico en producciones minerales. El clima es de los mejores de Europa.

**Curso del río.** El Danubio entra en su segunda hoya por un desfiladero, y siguiendo diversos accidentes baña varias ciudades, entre ellas VIENNA, capital del imperio de Austria con 300,000 habitantes, situada á la orilla derecha del río en una posición magnífica.—PRESBOURG, antigua capital de la Hungría.

**Afluentes.** Los numerosos afluentes de derecha é izquierda bañan grandes y ricas poblaciones, y se unen al río en diversos puntos de su curso, completando la fisonomía del país.

6. **Divisiones políticas.** La segunda hoya del Danubio pertenece al imperio de Austria y comprende: 1.º El archiducado de Austria, capital VIENNA. 2.º Marquesado de MORAVIA, capital BRUNN. 3.º Porción de la HUNGRIA y de la STIRIA.

7. **Tercera hoya del Danubio. Aspecto general.** Este país es una llanura inmensa, casi sin ondulaciones y cortada por grandes ríos cenagosos, aguas estancadas, desiertos salinos y arenosos, sin grandes ciudades ni caminos. Comprende casi la mitad de la hoya total y el reino de Hungría, teatro de tantos combates entre los pueblos del norte y del mediodía de Europa. Su clima es mal sano.

**Curso del río.** Corre por un ancho álveo cortado por grandes islas y canales, bañando: BUDA ó OFEN capital de la Hungría con 30,000 habitantes, donde se dice que habitó Attila.—PESTH, ciudad grande con 60,000 habitantes, la mas considerable ó industrial de la Hungría.—BELGRADE, ciudad fuerte perteneciente al imperio Otomano.—SEMENDRIA, capital de la Servia.

**Afluentes de la izquierda.** Entre ellos citaremos el *Thais* que baña KOLOSWAR, capital de la Transilvania.

**Afluentes de la derecha.** Cuéntase entre estos el *Maur* que baña CRATZ, capital de la Stiria.—El *Sava* que baña á LAIBACH, capital de la Carniola.—AGRAN, capital de la Croacia. El *Bosna*, uno de sus afluentes pasa cerca de BOSNA-SERAI, capital de la Bosnia, ciudad muy comerciante con 70,000 habitantes.

8. **Divisiones políticas.** La tercera hoya del Danubio comprende:

1.º El reino de HUNGRIA y el principado de TRANSILVANIA, que forman parte del imperio de AUSTRIA, pero que poseen un gobierno particular. 2.º La STIRIA, la CARNIOLA, la CARINTIA y la ESCLAVONIA, que forman parte del imperio de Austria, y están bajo la dependencia absoluta del emperador; 3.º El principado de BOSNIA, que forma parte del IMPERIO OTOMANO. 4.º El principado de SERVIA, tributario del imperio Otomano y bajo la protección del de Rusia.

9. **Cuarta hoya del Danubio. Aspecto general.** País llano, inundado y cenagoso á las márgenes del río, seco, montuoso y difícil á la proximidad de las montañas. Fértil, pero mal cultivado y mal poblado, con malos caminos y cortas ciudades; campo de batalla de todos los bárbaros venidos del N.

**Curso del río.** Al salir de su tercer desfiladero corre en un ancho álveo, cortado por islas considerables, y teniendo á veces en el conjunto de sus brazos cuatro ó cinco leguas de ancho. Desde ORSOVA hasta GALACZ, ciudades que se hallan sobre sus márgenes, el río separa la Bulgaria de la Valaquia y todas las plazas que se hallan entre ambas pertenecen á la Turquía. Desde Galacz á KILIA sirve de límite á la Turquía y á la Rusia.

**Afluentes de la izquierda.** Entre ellos mencionaremos á *Domboritz* que baña á BUCHAREST, capital de la Valaquia con 80,000 habitantes. El *Pruth*, que pasa por YASSY, capital de la Moldavia, y sirve de límite entre la Moldavia y la Rusia. Las hoyas superiores del *Sereth* y del *Pruth* componen la *Bukovina*, provincia Austriaca, país fértil, pintoresco y bien poblado.

**Afluentes de la derecha.** Son numerosos, pero solo citaremos el *Isker*, que pasa cerca de SOFIA, capital de la Bulgaria, gran ciudad, situada en el centro de una hoya muy montañosa en la carretera de Constantinopla á Belgrado con 30,000 habitantes.

10. **Costas desde el cabo Fanaraki hasta las bocas del Danubio.** Escarpadas en la parte meridional, bajas y cenagosas en la parte septentrional, próxima al Danubio. Entre sus pocos puertos citaremos:—BERNA, perteneciente á Turquía que cierra el camino de la mar de Constantinopla.—CHUSLA, gran ciudad industrial y baluarte del imperio Otomano del lado de la Rusia.

11. **Divisiones políticas.** 1.º La cuarta hoya del Danubio comprende: el principado de VALAQUIA. 2.º El principado de MOLDAVIA. 3.º Una parte de la BESARAVIA, provincia RUSA. 4.º La BULGARIA, provincia OTOMANA.

#### CUARTA REGION—ITALIA.

§ I. **Ideas generales.** 1. Límites de la Italia.—2. Aspecto de este país.—3. Línea de división de sus aguas.—4. Qué vertientes forma.

§ II. **Historia de la geografía Italiana.** 1. Qué razas poblaban la antigua Italia.—2. Qué grandes vicisitudes sufrió la Italia.—3. Cómo se halla dividida la Italia desde 1814.

§ III. **Italia continental.** 1. Cómo esta formada la hoya del Po.—2. Qué aspecto presenta el país.—3. Qué hay de notable en las costas.—4. Y en el curso del río y sus

afuentes.—5. Qué hay de notable en el curso del Adige.—6. Y en el del Bachiglioni.—7. Y en el Brenta.—8. Y en los del Piave y Livenza.—9. y 10. Divisiones políticas de la Italia continental.

§. IV. **Italia peninsular.** 1. Qué aspecto presenta este país.—2. Qué hay de notable en la vertiente occidental.—3. Y en la costa entre el Arno y el Tibre.—4. Y en el país regado por este río.—5. Y en la costa entre el Tibre y el Garigliano.—6. Y en la costa desde el Ralturo hasta el cabo de Spartivento.—7. Y en la vertiente meridional desde este cabo al de Luca.—8. Y en la oriental hasta el del Ronco.—9. Y en el curso de las aguas.—10. Qué divisiones políticas comprende la península Itálica.

§. IV. **Italia insular.** 1. Qué hay de notable en la isla de Córcega.—2. Y en la de Cerdeña.—3. Y en las islas Lipari.—4. Y en las de Sicilia.—5. Y en las de Malta.

§. 1. **Ideas generales.** 1. De los *Alpes centrales* se separan al S. O. y al S. E. dos grandes cadenas semicirculares que rodean un vasto valle y le aíslan del N. de la Europa. Este valle continental, una larga y estrecha península que se separa de él al mediodía, tres grandes y algunas pequeñas islas situadas al O. E. constituyen la **ITALIA**, cuyos límites naturales están tan perfectamente determinados, como si esta región fuese una Isla. Está comprendida entre 35° 45', y 47° 10', de latitud norte, desde la punta meridional de la *isla de Malta* hasta el *pico de los tres Señores*, y entre 4° 15' y 16° 10' de longitud E., desde el monte *Tabor* hasta el puerto de Otrante.

2. **Aspecto general del país.** Esta región, una de las más célebres del globo por los grandes acontecimientos de que ha sido teatro, es también una de las más favorecidas de la naturaleza por la feracidad de su suelo, su hermoso cielo, sus aguas, el largo desarrollo de sus costas y por la larga muralla de montañas que la protege al N.

3. **Línea de división de las aguas.** Esta línea, exceptuando los *Alpes centrales* es un apéndice independiente de la línea general de división de las aguas europeas, y se compone de los *Alpes centrales*, *Peninos*, *Gres*, *Cotienos*, *Martínicos*, en la parte occidental de la Italia continental, de los *Apeninos* en toda la península; de los *Alpes centrales*, *Réticos*, *Carnicos* y *Julianos* en la parte oriental de la Italia continental, los que se separan de la península Helénica por los *Alpes dináricos*.

4. Forma dos vertientes principales: la una sobre el Adriático, que comprende de las hoyas del *Pó*, del *Adige*, etc., la otra sobre el Mediterráneo Toscano y Siciliano, que forma las del *Arno*, *Tibre*, etc.

§ II. **Historia de la geografía de Italia.** 1. Las tres razas que se dividían la Italia en los tiempos antiguos componían una multitud de pueblos independientes. Los *Cenamomos*, *Lingones*, etc.; habitaban el valle de *Pó*; los *Ligurios*, el envés de las montañas del golfo Ligústico; los *Venetas*, *Istrios*, etc., los *Alpes Tridentinos*. La parte alta de la península comprendía la *Etruria*, la *Ombria*; como los *Pabios*, los *Latinos*, los *Samnitas* etc. En la parte baja llamada *Gran Grecia*, se hallaba la *Campania*, la *Apulia*, la *Lucania* y el *Bruttium*.

2. Roma dominó toda la Italia. Los bárbaros del N. destruyeron el imperio Romano. La Italia sufrió en seguida diversas alternativas y modificaciones. Du-

rante la lucha de los papas con los emperadores de Alemania se formaron en la Italia meridional las repúblicas de *Venecia*, *Génova*, *Pisa*, *Florenzia*, *Milan*, *Pavia*, *Padua*, *Loíi*, *Mantua*, *Parma*, *Plasencia*, etc., que se destruyeron luego entre sí.

3. Después de otras vicisitudes la Italia se halla dividida desde 1514 del modo siguiente: 1.º **PIEMONTE** y estado de **GÉNOVA**, del rey de Cerdeña. 2.º El **MILANESADO** y los estados de **VENECIA** al emperador de Austria que formó el reino **LOMBARDO VENETO**; **PALMA** y **PLASENCIA** á un archiduquesa María Luisa, **MÓDENA** á un príncipe austriaco; **LUCA** á la antigua casa de Palma y de Plasencia; el gran ducado de **TOSCANA** á un príncipe austriaco; el estado de la Iglesia al papa y el reino de las **DOS SICILIAS** á la casa de Borbon.

§ III. **Italia continental. 1. Hoya del Pó.** La hoya del *Pó* forma con otros dos pequeños ríos que desembocan en el Adriático, un espacio semicircular compuesto: 1.º Por el envés meridional de los *Alpes centrales* y *Peninos*, el envés oriental de los *Alpes*, *Gres* y *Cotienos*, y el envés septentrional de los *Alpes marítimos* y de los *Apeninos septentrionales*. 2.º Por el envés meridional de los *Alpes Réticos* y el envés occidental de los *Alpes Carnicos* y *Julianos*.

2. **Aspecto general.** Es uno de los países más hermosos y fértiles del globo, parecido á un vasto jardín, bien cultivado, regado y poblado y casi completamente llano. Su clima es templado y generalmente sano, exceptuando la proximidad de las costas del Adriático. Las comunicaciones son fáciles y numerosas, y cortado por ininidad de canales. No se ven otra clase de árboles que los de los verjales.

3. **Costas.** No presentan nada notable.

4. **Curso del río.** El *Pó* baja del monte *Viso*, y atraviesa el delicioso país que acabamos de describir, bañando muchísimas poblaciones, entre ellas: **TURIN**, capital del **Piamonte** con 115,000 habitantes.—**PLASENCIA**, capital de un ducado soberano, desde donde el río forma numerosas islas, y corre por espacio de cerca de 130 leguas, presentando sus márgenes generalmente llanos, y sus aguas lentas y tranquilas que van á unirse con las del Adriático.

**Afuentes de la derecha.** Entre ellos citaremos: 1.º El *Tanáro* que pasa por **ALEJANDRIA**, ciudad situada á su derecha que es la más importante plaza de la Italia. 2.º *Parma*, torrente que pasa seco durante el verano, y que solo merece mencionarse, porque en sus márgenes se encuentra **PARMA**, ciudad de las más considerables de Italia. 3.º El *Panáro*, que pasa por **MÓDENA**, capital de un ducado soberano.—Los últimos afluentes de derecha de este río caen en el *Pó*.—*Primaro*, que pasa por **FERRARA**, ciudad grande, perteneciente á los estados del papa. 4.º El *Reno* ha sido conducido á un canal llamado *Foso Benedictino* que recibe el *Saracna*, que pasa cerca de **BOLONIA** con 70,000 habitantes, ciudad la más civilizada de los estados de la Iglesia.

**Afuentes de la izquierda.** Entre ellos citaremos: 1.º *Doria-Riparial* que baja del monte de *Ginebra*, y baña: **SUSA**, antigua ciudad muy importante.—2.º El *Tisino*, que baja del San Gothard y cae en el *Lago Mayor*, bañando después de su salida á **PAVIA**, ciudad importante.—3.º El *Ada*, que atraviesa el valle

de la *Valquiere* y baña: *Sondrio*, capital del mismo.—Recibe el *Serio* que pasa cerca de *Bergamo*.

El cuadrilátero formado por el *Pó*, el *Tisino*, el *Ada* y los lagos *Mayor Lugano*; y *Como* es notabilísimo, y una de las llanuras mas hermosas y ricas del mundo, cuyo centro ocupa *Milán*, una de las ciudades mas considerables de Italia.

4.º El *Mincio*, que baja del *Tona*, atraviesa un valle salvaje, cae en el lago de *Gará*, y despues de su salida, baña, entre otras poblaciones, *Mantua*, ciudad célebre, antigua capital de un ducado soberano, y pertenece hoy al reino Lombardo-Véneto.

5. **Curso del Adige.** La hoya superior de este rio está encerrada en el triángulo de montañas que compone el Tirol italiano; desde *Trento* forma un valle estrecho, cerrado por los últimos ramales en los dos lados del triángulo; desde *Verona* es enteramente llano, y sigue paralelamente á las hoyas del *Pó* y del *Baquillione*.—El *Adige* nace al Sur en la garganta del *Resca* y baña varias poblaciones, entre ellas *Trento*, capital del Tirol italiano.—*Verona*, grande y antigua ciudad con 50,000 habitantes, situada en la parte llana de la hoya y sobre la orilla izquierda del rio.

6. **Curso del Baquillione.** El curso de este pequeño rio baña: *Padua*, ciudad industriosa y civilizada con 50,000 habitantes.

7. **Curso del Brenta.** Nace en las temibles gargantas de *Trento*, y termina sin desembocadura en mares estancados y verdes, donde concluyen las tierras para confundirse con la mar sin que lo percibamos.—Sobre 60 ó 80 islas que parecen flotantes sobre estas lagunas está colocada *Venezia*, ciudad célebre, reina del Adriático, fundada por los Venetas en el siglo V. El canal que la separa de la tierra firme tiene legua y media de anchura. Otros canales cortan la ciudad en todas direcciones, y hacen veces de calles, que se atraviesan en góndolas.—*Venezia* despues de sus antiguas glorias es hoy la segunda capital del reino Lombardo-Véneto.

8. **Cursos del Piave, Livenza, Talliamiento é Isonzo.** Bañan en su curso corto varias poblaciones, y nada mas presentan notable. El *Isonzo* recibe por su izquierda el afluente *Itria*, sobre el cual se haia *Idria*, célebre por sus ricas minas de mercario; y por su derecha el *Torre*, en cuya hoya se halla *Udise*, capital del Friul, cerca de la cual está *Campo Formio*, célebre por el tratado de 1797.

9. **Península de Istria.** De la garganta de *Adelsberg*, en los Alpes Julianos, se separa al S. O. un ramal que compone la armazon de la *Península de Istria*, comprendida entre los golfos del *Trieste* y *Cuarnero*.—Es un pais mal sano, pobre y mal poblado; pero fértil en vinos y maderas de construcción y que tiene buenos puertos. El principal es *Trieste*, la primera plaza de comercio de la monarquía austriaca á que pertenece esta península.

10. **Divisiones políticas.** La Italia continental comprende los estados siguientes: 1.º El cantón del *Tisino* que forma parte de la CONFEDERACION HELVETICA. 2.º El *PIEMONTE* y *MONFERRAT* que corresponden al rey de CERDE-

ÑA. 3.º El reino LOMBARDO—VENETO y el TIROL ITALIANO que forman parte del imperio de AUSTRIA. 4.º El ducado de PARMA y de PLACENCIA que pertenecen á una princesa austriaca. 5.º El ducado de MODENA que pertenece á un príncipe austriaco. 6.º La parte septentrional de los ESTADOS DE LA IGLESIA.

§ IV. **Italia peninsular. I. Aspecto general.** El pais, admirable por su cielo, y su suelo no presenta los mismos caracteres en ambas vertientes. La occidental es cálida, fértil, cortada por grandes rios, cubierta de viñas y olivares; pero mal cultivada, poco poblada y mal sana en las costas. Está llena de recuerdos grandiosos, pero nada pesa en los negocios de Europa, y se alimenta solo con sus maravillas pasadas. La vertiente oriental es menos fértil y mas fria, bañada solo por torrentes, con grandes selvas, valles salvajes y algunas grandes llanuras.

2. **Vertiente occidental desde la garganta de Cadibone hasta el cabo Espartivento-Polchevera y Bisauño.** Torrentes secos la mitad del año pasan por debajo de los muros de *GENOVA*, situada en el fondo del Golfo de su nombre, que se eleva en anfiteatro sobre las primeras cumbres del Apenino, entre los dos valles que forman los rios, ciudad célebre, república un dia, hoy sujeta al Austria y bien decaída en su antiguo esplendor con 80,000 habitantes.

**Lerquio.** Es otro torrente que baña á *Lucia*, capital de la antigua república de su nombre y hoy de un ducado soberano.

**Arno.** Corre paralelamente á la sierra del Apenino, pasa por *FLORENCIA*, la mas floreciente de las repúblicas italianas de la edad media, hoy capital del gran ducado de Toscana, patria del *Dante*, de *Maquiavelo* y *Galileo* con 80,000 habitantes; y termina su curso debajo de *PISA*, república célebre en la edad media.

3. **Costa entre el Arno y el Tibre.** Es un pais pesifencial, llamado la *Marema*, inculto, inundado, sin habitantes.—Sus mejores puertos son: *Livornia*, que es el mejor de la Toscana y uno de los mas florecientes del Mediterraneo con 70,000 habitantes.—*PIOMBINO* y *CIVITA-VECCHIA*.

4. **Tibre.** Nace en el monte *Coronaro*, y baña á *PERUGIA*, antigua ciudad de Etruria, á 3 leguas de la cual se halla el antiguo lago *Trasimeno*, célebre por la batalla en que Anibal derrotó á los romanos.—El rio deja á su izquierda á *Todi* y baña á

*ROMA*, la mas célebre ciudad del mundo, dos veces metrópoli del Occidente por las armas romanas y por la fe cristiana, capital del imperio romano; del de Occidente, del reino de los Herules, del de los Ostrogodos, del nuevo imperio de Occidente formado por *Carlo-Magno*, y hoy de los Estados de la Iglesia con 154,000 habitantes.

El Tibre deja á *Roma* y desemboca en la mar en *Ostia*, ciudad en otro tiempo floreciente y puerto de *Roma*, hoy desierto y miserable.

5. **Costa entre el Tibre y el Garigliano.** Pais de los mas mal sanos de Europa, donde parecen aclimatadas la fiebre, que llevan impresa en su rostro los escasos y cativos habitantes de las lagunas *Pontinas*. Sin embargo en su parte

meridional forma el golfo de Gaete, donde se encuentra TERRACINA, ciudad y puerto casi arruinados á la estremidad de las lagunas que sirven de limite á los Estados de la Iglesia y del reino de Nápoles. GAETE, plaza fuerte sobre una roca.

**Garigliano.** Formado por el *Saco* y el *Lirique*, pasan por ARFINO, patria de Mario y de Ciceron.

**Volturno.** Uno de sus afluentes pasa por VENAVENTE, ciudad célebre en la edad media, como residencia de los soberanos de la Italia baja.—El Volturno baña á CAPUA, otra ciudad célebre.

6. **Costa desde Vulturno al cabo Espartivento.** Esta costa tiene varios puntos notables: 1.º CUMA, 2.º BAJA, morada un tiempo de los grandes de Roma, hoy miserable aldea. 3.º POZZOLI, cerca de la cual se halla la *Sulfatara*, volcan de que se estracen inmensas cantidades de azufre. 4.º NAPOLES, capital del reino de Nápoles, situada en anfiteatro entre el Posilipe y el Vesuvio en su fondo del golfo, con 360,000 habitantes. 5.º PORTICI, al pié del Vesuvio y sobre las ruinas del *Herculano*. 6.º TORRE DE LA ANUNZIATA, sobre las ruinas de *Pompei*. 7.º SORRENTO, patria de Tasso. 8.º ANALFI, república célebre en la edad media.

7. **Vertiente meridional desde el cabo Espartivento hasta el cabo Leuca.**—La costa presenta pocos puntos notables.—Hállanse en ella, además de los puntos donde estuvieron *Sybaris* y *Heraclea*. 1.º COTRONA, sobre las ruinas de *Crotone*; TARENTO, que sirvió de baluarte á los cartagineses para resistir el poder romano.

Los cursos de aguas de estas vertientes no son mas que torrentes que pasan pocas la mitad del año.

Todo el país es montañoso, salvaje y miserable.

8. **Vertiente oriental desde el cabo de Leuca hasta el Ronco.**—La costa desde Leuca á Ofanto no presenta nada notable.—El mejor de sus puertos es OTRANTO.

9. **Curso de las aguas.**—Los ríos son poco notables y riegan el país, bañando algunas poblaciones. Uno de ellos el *Ofanto*, pasa por CASAS, donde se dió la célebre batalla de este nombre entre Aníbal y los romanos.—El *Tronto* sirve de limite entre los Estados de la Iglesia y el reino de Nápoles.

**Costa desde Chiati á Metauro.**—En ella se halla LORETO, célebre por la peregrinación á la SANTA CASA; ANCONA, puerto el mas importante de toda la costa oriental de Italia.

**Curso de las aguas.**—Entre los pequeños ríos que terminan y componen este curso se halla: 1.º El *Metauro*; 2.º el *Mareguio*, en cuya hoya y sobre una altura se halla la pequeña república de SAN MARINO; 3.º El *Rubicon*, arroyo célebre entre los romanos porque separaba la Galia Cisalpina de la Italia propia; 4.º El *Rone*, que concluye dejando á su izquierda á RAVENA, ciudad antigua y considerable.

10. **Divisiones políticas.**—La península itálica comprende: 1.º parte del ducado de GENOVA, perteneciente á los ESTADOS-SARDOS; 2.º el ducado de

LUCA; 3.º el ducado de TOSCANA; 4.º el ESTADO DE LA IGLESIA; 5.º el reino de NAPOLES.

§. V. **Italia insular.**—1. **Córcega.**—Isla situada al O. de la península y al mediodía de la parte continental de Italia. Tiene 55 leguas de largo y 20 de ancho. La cadena de montañas se dirige en sentido de su mayor dimension de N. á S. Estas montañas son muy escarpadas, y forman un gran número de gargantas, pero pocos valles. Las costas poseen bahías grandes y profundas.

BASTIA es la antigua capital de Córcega, con un buen puerto sobre la costa oriental.

ATACIO, capital del departamento sobre la costa occidental, es patria de Napoleón.

Esta isla pertenece políticamente á la FRANCIA, y forma uno de sus departamentos.

**Elba,** isla situada sobre la costa occidental de la Toscana, cuya capital es PORTO FERRAYO, célebre por la residencia de Napoleón en 1814.

2. **Cerdeña.**—Isla de 60 leguas de largo y 33 de ancho, atravesada en el sentido de su mayor dimension por una vasta cadena de montañas. Aunque fértil, está mal cultivada, poco poblada, sin industria y cubierta de selvas. Su capital es CAGLIARI, con 25,000 habitantes. Pertenece al rey de Cerdeña, y su poblacion total es de 360,000 habitantes.

3. **Islas Lipari.**—Situadas al N. de la Sicilia, llamadas por los antiguos Eolias.—LIPARI es la mayor.—STRAMBOLI tiene un volcan siempre en actividad.—Pertenecen al reino de NAPOLES.

4. **Sicilia.**—Hermosa isla entre el Africa é Italia. Su largo es de 62 leguas y su ancho de 25. Una prolongacion de los Apeninos, compuesta de tres pequeñas cadenas que se reunen en un grupo central, asemejan la isla á una pirámide triangular. En su cara oriental, y á algunas leguas de la costa, se halla el *Etna*, vasta montaña volcánica. Esta isla es sumamente feraz, y goza de un clima agradable y de un cielo puro; pero está mal cultivada, sin caminos, industria, ni comercio, á pesar de la seguridad y número de sus puertos. Pertenece al reino de Nápoles, y posee 1,800,000 habitantes. Se descompone en tres vertientes: sobre la vertiente oriental se halla: 1.º MESINA, uno de los mejores puertos del Mediterráneo, con 40,000 habitantes; 2.º CATANA, ciudad grande, situada al pié del *Etna*, que cubre á veces con sus lavas; 3.º SIRACUSA, de cuya célebre ciudad no quedan mas que algunos restos sobre la isla de *Ortigia*.

Sobre la vertiente meridional se halla GIRGENTA (antiguo Agrigento).

En la vertiente septentrional se encuentra TRAPANI, ciudad fuerte y comerciante.—PALERMO, capital de la Sicilia, con 160,000 habitantes.

5. **Malta.**—Roca calcárea, cuya capital es LA VALETA, que perteneció últimamente á los caballeros de la órden de San Juan de Jerusalem, y hoy poseen los ingleses.

## QUINTA REGION.—GRECIA.

§ I. **Ideas generales.** 1. Dónde está situada la Grecia. 2. De qué se compone la arazon de la Grecia. 3. Cómo se divide naturalmente la Grecia.

§ II. **Historia de la geografía de la Grecia.** 1. Cómo estaba dividida la Grecia antiguamente. 2. Qué grande imperio formó Alejandro. 3. Cual fué la suerte de la Grecia bajo los romanos. 4. Quien conquistó la Grecia últimamente. 5. Cómo está hoy dividida la Grecia.

§ III. **Vertiente occidental.** 1. Cómo está formada esta vertiente y qué hay de notable en el país. 2. Qué hay de notable en el curso de sus aguas. 3. Qué divisiones políticas comprende.

§ IV. **Vertiente oriental.** 1. Qué hay de notable en esta vertiente. 2. Y en el curso de sus aguas y costas. 3. Qué divisiones políticas comprende.

§ V. **Morea.** 1. Qué hay de notable en esta parte de la Grecia.—2. Qué divisiones políticas comprende.

§ VI. **Islas.** 1. Qué hay de notable en Corfu. 2. Y en San Mauro. 3. Y en Cerigo. 4. Bajo qué protección están estas islas. 5. Qué hay de notable en Candia. 6. Y en Hidra y Spezia. 7. Y en Paros. 8. Y en Negro Ponto. 9. Y en las Esporadas. 10. Y en Psara. 11. Y en Lemno, Imbro, Taso y Samotrari.

§ I. **Ideas generales.** 1. La *Grecia* se compone principalmente de una gran península, que se separa á la parte E. de la línea de circunvalacion meridional de la hoya del Danubio, desde el monte *Kernieza* hasta el estrecho de Constantinopla. Forma una masa triangular, cuya base es el arco de montañas descrito por los *Alpes Dináricos*, y los *Balkans*, y cuyo vértice es el cabo *Matapan*: el lado occidental está limitado por los mares Adriático y Jónico, y el lado oriental por el Archipiélago, el mar de Mármara y los dos estrechos. A esta península deben añadirse muchas islas, especialmente al E.—Esta region está comprendida entre longitud E. 12° á 50' hasta el monte *Kernieza*, y 26° 45' hasta el estrecho de Constantinopla y entre latitud N. 45° y 30' á dicho monte, y 34° 50' á la costa meridional de Candia. Longitud de la línea tirada desde el monte *Kernieza* á Constantinopla 260 leguas, y desde el monte *Scardo* al cabo *Matapan* 150 leguas.

**Aspecto general.**—Este país presenta el aspecto de un vasto promontorio, erizado de cadenas escarpadas, abierto por profundos y cortos valles, lleno de golfos, rodeado de islas y lleno de cavernas. El N. tiene algunas llanuras, cursos de agua, hermosas selvas y un clima templado: el mediodía solo ofrece montañas, torrentes y un calor á veces insoportable. Las islas abundan en frutas, vinos, sedas, mármoles; presentando uno de los aspectos mas deliciosos y un clima de lo mas suaves de Europa.

2. La arazon de la Grecia se compone de una larga cadena semicircular de los Alpes Dináricos y de los Balkans, y de todas las cadenas que se separan al mediodía. Entre estas, la principal, que puede llamarse *Alpes Helénicos*, parte del monte *Scardo*, se dirige de una manera muy tortuosa y confusa de N. á S., separando las aguas del Adriático y del Archipiélago, y cuyos puntos culminantes son el *Pindo* hácia el centro de la península, el *Parnaso* y el *Helicon* hácia el S. E.

Esta cadena al atravesar el istmo de Corinto, forma un desfiladero espantoso, y se esparce en la península de la Morea, formando cinco ramales y una pequeña mesa central. El ramal mas meridional es el *Taygete*, que termina en el cabo *Matapan*.

3. Los Alpes Helénicos dividen la Grecia: 1.º en vertiente occidental ó del mar Adriático y del Jónico: 2.º en vertiente oriental ó del Archipiélago: 3.º en península de Morea: 4.º islas.

§ II. **Historia de la geografía de Grecia.**—1. La Grecia estaba dividida en los tiempos antiguos en tres grandes porciones ademas de las islas: *Grecia bárbara* al N., *Grecia propia* en el centro y *Peloponeso* al mediodía.

La *Grecia bárbara* comprendía la *Iliria* y el *Epiro* sobre el mar Adriático, la *Tracia* y la *Macedonia* sobre el mar Egeo.

La *Grecia propia* comprendía: la *Acarmania*, la *Etolia*, el país de los *locrios Ozolios*, y la *Focida* sobre el mar Jónico y el mar de Crisa: la *Tesalia*, el país de los *locrios Opuntinos* sobre el mar Egeo; la *Beocia* sobre el mar de Crisa y el Euripe; y la *Atica* sobre el mar Egeo y el golfo Sarónico, la *Megarida* en el istmo de Corinto.

El *Peloponeso* comprendía: la *Sicionia* y la *Acaya* sobre el mar de Crisa, la *Elida* y la *Mesenia* sobre el mar Jónico, la *Laconia* y la *Argólida* sobre el mar Egeo, la *Corintia* sobre los golfos Sarónico y de Crisa, y finalmente la *Arcadia* en el centro de la península.

2. Alejandro, rey de Macedonia, destruyó el imperio persa, y fundó el grande imperio griego.

3. Los romanos conquistaron la Grecia, que fué una de las provincias de su imperio.

4. Despues de otras vicisitudes, la Grecia fué conquistada por los turcos.

5. Finalmente, en 1820 parte de la Grecia sacudió el yugo otomano, y hoy la region de la Grecia comprende: 1.º parte del imperio otomano, cuyo gobierno es despótico, limitado únicamente por el Coran, código religioso, civil y militar. El visir es el vicario político del sultan; el *mufí* el vicario religioso; el consejo de Estado se llama *Divan*.—2.º Reino de Grecia, monarquía consitucional.

§ III. **Vertiente occidental.** 1. Los Alpes Dináricos envían al mar Adriático torrentes sin importancia. La costa está llena de golfos y rodeada de islas que no tienen ninguna celebridad histórica.

Sobre la costa se encuentran algunas poblaciones, entre ellas *ZARA*, capital del reino de Dalmacia; *SPALATRO*, puerto muy comerciante cerca de las ruinas de la antigua *Salone*.

Al N. de esta ciudad las montañas se alejan de la costa, y envían á la mar algunos ríos. Sobre el *Narenta* está *MOSTAR*, capital de la Hercegovina.

Siguiendo la costa, se halla aun en ella *RAGUSA*, en otro tiempo república independiente.

Entre los Estados austríacos y los Estados turcos se halla *Montenegro*, pequeño país montañoso, habitado por pueblos salvajes, cuya capital es *CETINE*, residencia del obispo griego, soberano temporal y espiritual del país.

Al N. de Ragusa se hallan varios golfos, entre ellos el de *Patras*, que da entrada al golfo de *Lepanto* (mar de Crisa).

2. **Curso de las aguas.** Solo citaremos:

1.º El *Cajona*, que forma el lago *Scítari*, mas abajo del cual se halla la ciudad de *Scutari*, mirada como el baluarte del imperio otomano.—2.º El *Driu*, compuesto de otros dos, rodeados de montañas, que forman un triángulo, y cuyo país está habitado por poblaciones salvajes y guerreras.—3.º El *Mati*, que recorre la comarca montañosa habitada por los *mirfites*.—4.º El *Calamas*, que atraviesa campiñas fértiles habitadas por las belicosas tribus de los *filatos*.—Al E. de las montañas que alimentan el *Calamas*, y al O. de las del *Arta*, se halla una pequeña mesa interior que pertenecía á la antigua *Helopia*. En su centro se halla la ciudad de *Yaxina*, situada sobre el lago de su nombre, comerciante, ilustrada y centro de la dominacion de *Ali-Pachá*, donde fué asesinado este déspota.—5.º El *Acheron* ó *Aquarante*, torrente salvaje que corre por gargantas espantosas habitadas por las tribus de los *suliotas*, que defendieron heroicamente su independencia contra *Ali-Pachá*.—6.º El *Arta*, que termina en el golfo de este nombre, cerca del cual se hallan las ruinas de *Nicópolis*.

La orilla meridional del golfo de *Arta* sirve de límite entre la Turquía y la Grecia. Los pequeños torrentes de esta parte forman las hoyas que componen el país de la *Albania* (antiguo *Epiro*), salvaje y guerrero.

La costa septentrional de los golfos de *Patras* y de *Lepanto* está erizada de montañas y abierta por bahías. En ella se halla:

1.º *Misotocori*, buen puerto y ciudad fuerte, memorable en la última guerra de la independencia griega.—2.º *Lepanto*, puerto militar de la Grecia. La entrada del golfo está protegida al N. por el castillo de *Romemia* y al S. por el de *Morea*.

3. **Divisiones políticas.** 1.º La *Coracia* y *Dalmacia* sustricadas con las ciudades de *Ragusa* y *Catara*: 2.º *Hercegovina*, parte de la *Bosnia*, dependiente del imperio otomano: 3.º La *Albania*, provincia del imperio otomano: 4.º La parte N. ó E. del reino de *Grecia*.

§ IV. **Vertiente oriental.** 1. El canal de *Constantinopla* está limitado á derecha é izquierda por montañas escarpadas, que hacen su costa inabordable.—A la estremidad meridional del estrecho se halla *Constantinopla* (*Stambul*), capital del imperio otomano, edificada por *Constantino* sobre las ruinas de la antigua *Bisancio*, una de las mayores ciudades del mundo, con 400.000 habitantes, y en la mas hermosa posicion de la Europa.

Las costas del mar de *Mármara* no presentan otra cosa notable que sus bellezas pintorescas. A la entrada meridional del estrecho se encuentra el castillo de los *Dardanelos*, y en el estrecho de este nombre *Gallípoli*, puerto y arsenal militares.

Las costas del *Archipiélago* son muy escarpadas y llenas de multitud de golfos, y los canales de *Talanta* y *Negroponto* (estrecho de *Euripe*). Entre los golfos se encuentra el de *Atenas*.

2. **Curso de las aguas.** Son numerosos; pero solo citaremos: 1.º

El *Mariza*, que baña á *Andrinópolis*, la segunda ciudad del imperio otomano. 2.º El *Carasa* (*Strimon*), á cuya margen izquierda se halla *Drama*, sobre las ruinas de la antigua *Filipo*, y recibe un afluente del mismo nombre, que pasa cerca de *Seres*, ciudad comerciante, con 30.000 habitantes.—Entre *Carasa* y *Vardar* se separa de los *Balkans* un ramal que forma la península *Chalcídica*, país de una fertilidad prodigiosa, entre los golfos de *Contesa* y de *Saloniki*. En este se halla *Saraciski*, la antigua *Tesalónica*, la segunda ciudad comerciante del imperio otomano, con 70.000 habitantes.—3.º El *Salambria* (antiguo *Peneo*), que baja del *Pindo*, atraviesa y fertiliza el magnífico valle de *Tesalia*, baña el canton de *Agrafa*, pasa por *Tricala*, ciudad floreciente. Recibe á la derecha el *Satalje*, que baña á *Farsalia*, célebre por la victoria de César sobre *Pompeyo*; *Larisa*, ciudad rica.—Esta hoya tan notable es un círculo rodeado por todas partes de montañas célebres: al O. el *Pindo*, al N. el *Olimpo*, al S. el *Osa*, al E. el *Pelion*.—4.º El *Helada*, por entre el cual y el *Cefiso* corre el monte *Oeta*, separado de la gran cadena que forma por sus últimos escarpados, cerca del mar el desfiladero de las *Termópilas*, célebre por la muerte de *Leonidas*.

Entre el mar de *Negroponto* y los golfos de *Lepanto* y de *Atenas*, la península se estrecha y forma una mesa muy escarpada, cuyo centro ocupa el lago *Colugna*, país que recibe al *Cefiso*. Todo el país está lleno de cavernas y sujeto á conmociones que cambia las tierras fértiles en lagunas, y corresponde á la antigua *Beocia*. Las ciudades principales son: *Libadia*, capital que fué de una de las grandes provincias del imperio otomano, y *Tebas*, ciudad pequeña sobre las ruinas de la patria de *Epaminondas*.

La parte mas angosta de la península que se termina por el cabo *Colugna*, formaba la antigua *Atica*, donde se encuentra aun hoy *Atenas*, capital del reino de *Grecia*, con una ciudadela formada de los restos de *Acrópolis* y un buen puerto llamado antes *Pireo* y hoy *Porto-Leone*. Esta metrópoli de la civilizacion antigua, que ha sido tantas veces asolada, conserva aun en sus ruinas vestigios de su antiguo esplendor.

3. **Divisiones políticas.** La parte de esta vertiente al N. del límite meridional de la hoya del *Peneo* pertenece al imperio otomano: la parte que está al S. de este límite al reino de *Grecia*.

§ V. **Morea.** 1. El istmo de *Corinto*, que une la parte meridional y septentrional de la provincia *Helénica*, forma una gran muralla, cuya entrada estaba defendida al N. por *Megara*, y al S. por *Corinto*, de que solo se conservan las ruinas.

La *Morea* ó *Peloponneso* está cortada por cinco penínsulas y cinco golfos, y ocupada en el centro por una pequeña mesa.—La parte N. O. ó la *Argélida*, entre los golfos de *Atenas* y de *Nauplia*, encierra algunas poblaciones, entre ellas *Nauplia* y *Argos*, sobre las ruinas de la antigua ciudad de *Danao*.—Las dos penínsulas del S. O. ó la *Laconia*, entre los golfos de *Nauplia* y de *Coron*, encierra la pequeña hoya del *Iri*, antiguo *Eurotas*, cerca de la cual se halla *Misitra* sobre la pendiente del *Taygete*, y sobre las ruinas de la antigua *Esparta*.—La par-

de del S. O. ó la Mesenia, entre los golfos de Coron y de Arcadia, encierra: 1.º **Coron**, 2.º **Modos**, 3.º **Navarino** (antiguo Pílos), buenos puertos.—La parte del N. O. ó la *Elide* y la *Acaya*, entre los golfos de Arcadia, de Patras y de Lepanto, encierra el río *Rufa* (antiguo Alfeo), que baña á **Sinaño**, aldea situada sobre las ruinas de *Megalópolis*, y **Miraca**, otra aldea, sobre las de *Olimpia*.—En la costa se halla el puerto de **Patras**, baluarte de la Morea. Finalmente, en la mesa central ó la Arcadia, se halla **Tripolizza**, antigua capital de la Morea.

2. **Divisiones políticas.** La Morea pertenece al reino de Grecia.

§ VI. **Islas.**—1. **Corfú.** Grande isla, rica y fértil, cuya ciudad del mismo nombre es muy fuerte. Pertenece á Inglaterra.

2. **San Mauro (Leucade).**—**Traki (Itaca), Cefalonia.**—**Zante (Zazinto).**—Notables por sus producciones, sus puertos y su comercio.

3. **Cerigo (Citera).**—Al S. de la Morea, infértil y mal poblada.

4. Estas islas, cuya población es griega, están bajo la protección de la Inglaterra; su gobierno se compone de un lord, comisario británico, y de sus consejeros, elegidos por las islas.

5. **Candia.**—**Creta**, grande isla, de 65 leguas de largo y 15 de ancho, fértil, especialmente en oliyares, y muy importante por su situación, que cierra el Archipiélago, sus puertos y su población, que asciende á 80,000 habitantes.

**Cicladas.**—Grupo de 25 islas muy fértiles, de las cuales las principales son: 1.º **Naxia (Naxos)**, 2.º **Paro (Paros)**, 3.º **Milo (Melos)**.

6. **Hidra.**—**Spezzia.** Pequeñas islas próximas á Argólide.

7. **Paros (Spharia).**—**Egina.**—**Colouri (Salamina).** En el golfo de Atenas.

8. **Negroponto (Eubea).** Larga isla paralela al golfo de Livonia.

9. **Esporades.** Grupo de islas al N. de Negroponto.

Todas estas islas pertenecen al reino de Grecia.

10. **Psara.** Roca estéril, cuyos habitantes, que eran muy comerciantes, comenzaron la insurrección griega, y perecieron casi todos heroicamente. Pertenece á Turquía.

11. **Lemno.**—**Imbro.**—**Tasso.**—**Samotrari.** Son hermosas y fértiles, y pertenecen á Turquía.

#### SESTA REGION.—RUSIA.

§ I. **Ideas generales.**—1. Qué comprende la Rusia.—2. Qué aspecto general presenta este país.—3. Qué divisiones naturales pueden hacerse de la Rusia.

§ II. **Historia de la geografía de la Rusia.** 1. Quiénes fueron los primeros habitantes que poblaron la Rusia.—2. Qué razas habitan hoy la Rusia.—3. Cual es su religión dominante.—4. Cual es el gobierno de Rusia.

§ III. **Vertiente del Mar Negro.** 1. Qué aspecto presenta esta vertiente.—2. Hoya del Dniester.—3. Curso de este río.—4. Divisiones políticas.—5. Qué hay de notable en la hoya del Dniester.—6. Divisiones políticas de esta hoya.—7. Qué hay de notable en la pe-

nínsula de Crimea.—8. Qué hay de notable en la hoya del Don.—9. Qué divisiones políticas comprende.

§ IV. **Istmo del Caucazo.** 1. Qué es el Caucazo.—2. Qué aspecto presenta este país.—3. Divisiones políticas.

§ V. **Vertiente del mar Caspio.** 1. Qué comprende esta vertiente.—2. Por qué está formada la hoya del Wolga.—3. Qué aspecto presenta el país.—4. Curso del Wolga y su afluente.—5. Qué divisiones comprende la hoya del Wolga.—6. Qué hay de notable en la hoya del Ural y a quien pertenece.

§ VI. **Vertiente del Báltico.** 1. Qué aspecto presenta este país.—2. Hoya del Pecaarga.—3. Hoya del Pregel.—4. Hoya del Niemen.—5. Hoya del Duna.—6. Qué divisiones políticas comprende la hoya del Duna.—7. Hoya del Narva.

§ VII. **Península de Finlandia.** 1. Qué hay de notable en esta península.

§ VIII. **Vertiente del Mar Glacial.** 1. Qué hay de notable en esta vertiente.

§ I. **Ideas generales.** 1. Las dos vertientes determinadas por la línea de división de las aguas europeas desde los Karpatas hasta los Poyas, forman una inmensa llanura, que comprende la Rusia. Hállase entre la latitud N. 42º 25' y 70º 15' y entre longitud E. 15º 44' y 63º 15'.

2. **Aspecto general de esta region.** Esta region, mas vasta por sí sola que las siete restantes reunidas, surcada por los mayores rios de Occidente, cortada por una infindad de lagos y de lagunas, ofrece casi por todas partes monótonas llanuras cubiertas de lodazales, selvas y hielos; abiertas á todas las influencias glaciales del Asia; diversas en aspecto, climas, producciones y habitantes; poco fértiles, desiertas, salvajes y frias al N.; bastante ricas, mejor pobladas, mas civilizadas y templadas al mediodía.

3. **Divisiones naturales.** La Rusia puede dividirse naturalmente: 1.º en vertiente del Mar Negro, 2.º Istmo del Caucazo, 3.º Vertiente del Mar Caspio, 4.º Vertiente del Mar Báltico, 5.º Península de Finlandia, 6.º Vertiente del Mar Glacial.

§ II. **Historia de la geografía de Rusia.** 1. Los *slavos*, pueblos salvajes y mal conocidos, habitaban las llanuras de la Sarmacia, al N. del Vístula; en las selvas y lagunas del N. O. de la Europa, entre el mar Báltico y el Glacial, los *finos*. En las hoyas superiores del Don y del Wolga vivian los rusos, que sojuzgaron á los demas y fundaron á Kiew, Novogorod y Moscow. La historia de la geografía rusa es oscura y de poca importancia.

El imperio ruso es hoy el mayor del mundo, y comprende la novena parte de la superficie terráquea.

2. Las razas que habitan la Rusia son: 1.º Los *slavos*, subdivididos en rusos mayores y menores, polacos, lituanos y cosacos; los rusos mayores son la población dominante.—2.º Los *finos*, divididos en finos, lapones, permianos, &c.—3.º Los tártaros.—4.º Los caucásicos.—5.º Los tentones.—6.º Algunas otras razas.

3. La *religion* dominante es la griega; los polacos son católicos, los finos luteranos; y hay tambien musulmanes idólatras y muchos judíos.

4. El gobierno es despótico absoluto. El reino de Polonia era antes de 1831 una monarquía constitucional.

§ III. **Vertiente del mar Negro.** 1. Esta vertiente comprende los mas diversos aspectos y los mas variados climas; pero en general, la parte próxima al mar, es fértil y templada, y la del curso de los ríos cubierta de bosques y cenagales. Forma tres grandes hoyas, que solo tienen entre sí como línea de separación colinas insignificantes y llanuras casi horizontales.

2. **Hoya del Dniéster.** La parte superior de esta hoya, próxima á los Karpates, está cubierta de colinas fértiles, bien pobladas y saludables; la parte media es abundante en trigo y selvas; la parte inferior no tiene mas que lagos y lagunas, llanuras sin árboles, grandes pastos y un clima muy cálido y mal sano.

3. **Curso del Dniéster.** El Dniéster corre rápidamente en un álveo poco profundo, bañando algunas miserables aldeas de *Galitzia*, provincia fértil y mal cultivada, y termina su curso en *ACKERMÁN*, puerto mal fortificado.

Entre las bocas del Dniéster y del Dnieper se encuentra sobre el mar Negro la nueva ciudad de *ODESA*, creación de Catalina II, puerto muy floreciente.

4. **Divisiones políticas.** La hoya del *Dniéster* comprende: 1.º La *GALITZIA*, antigua provincia polaca, perteneciente al *AUSTRIA*; 2.º la *PODOLIA*, antigua provincia polaca, perteneciente á la *RUSIA*; 3.º La *BESARABIA*, que fué un Estado independiente, y pertenece hoy á la *RUSIA*.

5. **Hoya del Dnieper.** Esta hoya está rodeada al N. de colinas gránificas ó arcillosas, y se compone en su parte superior de una llanura alta, colinas, ríos encajonados y vastas lagunas; en su parte central de una llanura ondulada, fértil y pintoresca; y en su parte inferior, de llanuras bajas, secas, poco feraces y llenas de estepas. Es un país generalmente rico y bien poblado.

**Curso del Dnieper.** El *Dnieper*, antiguo *Boristeno*, nace en las lagunas de la mesa del *Waldai*, y baña: *SMOLENSKO*, ciudad defendida por fuertes murallas y una ciudadela.—*KIEW*, antigua capital de la *RUSIA*, ciudad grande y bien fortificada, y mirada por los rusos como la ciudad santa de su imperio.

Entre sus afluentes citaremos el *Workla*, que pasa por *PULTAWA*, célebre por la batalla ganada por los rusos á *Cárlos XII*.

6. **Divisiones políticas.** La hoya del *Dnieper* pertenece al imperio ruso.

7. **Península de Crimea.** Entre las bocas del *Dnieper* y del *Don* se interna en el mar Negro la península de *Crimea* (*Chersoneso táurico*), unida al continente por el istmo de *Pericop*.—El N. es una llanura lisa y arenosa, cubierta de pastos y mal sana. El lado S. E. está rodeado de una larga muralla de montañas, en cuyas faldas se encuentran cortos, deliciosos y pintorescos valles, donde se goza del clima y producciones de la Italia. La capital es *SIMFEROPOL*, ciudad poco importante, situada en el interior; pero la ciudad principal es *SEBASTOPOL*, situada hácia la punta meridional de la Provincia, uno de los mejores puertos del Mediterráneo.

**Divisiones políticas.** La *Crimea* pertenece á la *RUSIA*.

8. **Hoya del Don.** La parte superior es bastante fértil; pero la inferior está cubierta de estepas áridas y de llanuras monótonas.

**Curso del Don.** El *Don*, [antiguo *Tanais*] nace en el lago *Issanow*, y atraviesa un país de llanos y colinas muy fértiles, y luego una llanura inmensa y monótona, inculca y sembrada con algunas aldeas y cubierta de pastos, que los cosacos recorren con sus ganados y sus pequeños é infatigables caballos.—Los cosacos del *Don* forman una especie de república militar. Su principal establecimiento es *TCHERSKAK*, sobre el *Don*, mas abajo del cual termina este su curso. Su principal afluente es el *Donetz*, que atraviesa la fértil provincia de *Ucrania*.

9. **Divisiones políticas.** La hoya del *Don* pertenece á la *RUSIA*.

§ IV. **Istmo del Cáucaso.** 1. El *mar Negro* y *mar Caspio* están separados por un gran istmo que corta desde el estrecho de *Yenikale* hasta el cabo *Apcheron*, una gran muralla de montañas, llamada el *Cáucaso*, que debe mirarse como la separación de la Europa y del Asia, y cuya vertiente septentrional pertenece por consiguiente á la Europa.

2. **Aspecto del país.** La comarca próxima al *Cáucaso* es montañosa, cortada de pequeños valles, y bañada por numerosos ríos. Constituye la *Circasia*, país fértil y poblado de indígenas, notables por su belleza, su vigor y su pasión por la independencia. La comarca septentrional está compuesta de vastas llanuras, de estepas áridas, de lagos cenagosos y de arroyuelos sin corriente. Aquí se encuentran los campos de los calmucos, de los cosacos del *Don*, del *Volga* y del *mar Negro*.

3. **Divisiones políticas.** El *Cáucaso* pertenece al imperio ruso.

§ V. **Vertiente del mar Caspio.** 1. Esta vertiente comprende la parte mas oriental de la Europa.

2. **Hoya del Volga.**—Está formada al N. por los montes *Chemokonski*, al E. por los *Urales*, al O. por las colinas que la separan del *Don*.

3. **Aspecto del país.**—Llano y bastante fértil al N. O.; montuoso, frío y salvaje al N. E.; cubierto de estepas y cenagales en su parte meridional.

4. **Curso del Volga.**—El *Volga* nace en la mesa del *Waldai*, sobre el *Caspio*, formando varios lagos; baña varias ciudades, entre ellas *NIZNI-NOVORO*, centro de todo el comercio interior de la *RUSIA*.—*KASAN*, antigua capital del imperio de *Kaptschak*, y termina su curso por setenta bocas en *ASTRAKAN*, gran puerto de comercio y de guerra.

**Afluentes de la derecha.**—El *Oka*, que recibe al *Moskowa*, que baña *Moscow*, antigua capital de la *RUSIA*, situada en medio de la mesa, ciudad santa de los rusos y centro de su nacionalidad, con 250,000 habitantes.

**Afluentes de la izquierda.**—Son varios, y bañan algunas poblaciones.

5. **Divisiones políticas.**—La hoya del *Volga* forma parte del imperio ruso.

6. **Hoya del Ural ó del Jaik.**—Este río, notable porque sirve de límite entre la Europa y el Asia, corre de N. á S. por un país montuoso, rico en minas de oro, cobre y hierro, baña *ORNEBURGO*, baluarte del imperio ruso y centro del comercio entre los confines de la Europa y del Asia. Recibe el *Ilek*, que atra-

viesa las estepas arenosas que habitan los cosacos pastores, y termina en el mar Caspio.—Pertenece á la Rusia.

§. VI. **Vertiente del Báltico.**—1. Esta vertiente presenta sucesivamente colinas, hornagueras é innumerables lagos, en medio de vastas llanuras. Los ríos son considerables: el aire es húmedo y mal sano, el clima muy caprichoso y sujeto á excesivos frios.

2. **Hoya del Pesarga.**—Esta pequeña hoya, que nada presenta de notable, forma parte políticamente de la Prusia oriental.

3. **Hoya del Pregel.**—Pais llano, lleno de lagos, landas y lodazales.

El Pregel es la desembocadura de los lagos interiores de la Prusia oriental, y termina su curso mas abajo de Kornisberg, capital de la Prusia oriental, con 70,000 habitantes.

Esta hoya forma políticamente parte de la Prusia oriental.

4. **Hoya del Niemen.**—Pais desigual, cenagoso, surcado de pequeños ríos, cuyo suelo es húmedo, el clima duro y mal sano y la poblacion miserable y esclava.

**Curso del río.**—El Niemen nace en unas lagunas y corre por un pais escarpado, recibe el Willia, que baña Wilna, capital de la Lituania, con 40,000 habitantes. El Niemen pasa tambien por Tilsitt, célebre por el tratado de 1807.

La hoya del Niemen comprende políticamente la antigua Lituania, que forma parte del imperio ruso, exceptuando las bocas, que pertenecen á la Prusia.

5. **Hoya del Duna.**—Esta hoya es un pais enteramente llano, cortado de lagos, lagunas y pequeños ríos y malos senderos, que forman desfiladeros continuos, y con una poblacion miserable, que vive en cabañas aisladas. El Duna sale de los Lagos del Waldai, y termina su curso en el lago de Livonia, mas abajo de Riga, uno de los mejores puertos del imperio.

6. **Divisiones políticas.**—La hoya del Duna comprende las provincias rusas de Witejssk, Livonia y Curanddia.

7. **Hoya del Narva.**—Esta hoya, que comprende las provincias rusas de Pleskow, Livonia é Ingria, nada presenta de notable.

Entre los golfos de Livonia y Finlandia está la península de Estonia, pais cenagoso, rodeado de islas, cuya capital es Reval, puerto muy comerciante.

**Hoya del Neva.**—Esta vasta hoya tiene por centro el lago Ladega, que recibe una multitud de ríos, sobre uno de los cuales está Nossonoron, ciudad muy antigua y república poderosa en el siglo XII.

El Neva baña entre otras poblaciones á San Petersburgo, capital del imperio ruso, y muy comerciante, situada en medio de unas lagunas heladas, de islas inundadas, bajo un clima riguroso, con 300,000 habitantes.

Esta hoya pertenece á la Rusia.

§. VII. **Península de Finlandia.**—1. Entre los golfos de Finlandia y de Botnia se encuentra una especie de península llamada Finlandia, que vierte sus aguas en ambos golfos. Es un pais atravesado de alturas sin direccion ni union aparente, cubierto de lagos. Las costas están rodeadas de rocas escarpadas. El

clima es riguroso y mal sano, la tierra fértil en llanos y bosques, con pocas ciudades, y una poblacion activa é inteligente. Aso era la antigua capital de la Finlandia, que es hoy una de las provincias mas importantes del imperio ruso.

§ VIII. **Vertiente del mar Glacial.**—1. Esta vertiente es una gran llanura algo inclinada hácia la mar, y cuya uniformidad se ve apenas interrumpida por las débiles ondulaciones que determinan el curso de las aguas; por todas partes presenta estepas inmensas, selvas, lagunas, desiertos helados, que recorren los escasos y salvajes habitantes con sus rebaños de renos. Las costas son alternativamente bajas y elevadas. Forma varias hoyas.

1.ª **Hoya del Petchora.**—Este río nace en los montes Uráles, y atraviesa llanuras desoladas que habitan los *samoyedas*, tribus salvajes que pagan un pequeño tributo de pieles á la Rusia.

2.ª **Hoya del Dwina.**—En ella se encuentra Wologda, ciudad grande, industriosa y de comercio.

3.ª **Hoya del Onega.**—El gran lago de este nombre ocupa el centro de un pais casi desierto.

4.ª **Laponia.**—Entre el mar Blanco y Glacial se encuentra una península notable por su esterilidad, riguroso clima y por sus habitantes los lapones, salvajes de pequenísima talla, que en número de unos 60,000 viven de la caza y la pesca, y pagan al imperio ruso un tributo de pieles.

#### SETIMA REGION.—ESCADINAVIA.

§ I. **Ideas generales.**—1. ¿Dónde está situada esta region?—2. ¿Qué aspecto presenta el pais?—3. ¿Qué divisiones naturales pueden hacerse en él?

§ II. **Historia de la geografia de la Escandinavia.**—¿Qué hay de notable en la historia de la geografia de este pais?

§ III. **Vertiente oriental.**—1. ¿Qué hay de notable en esta vertiente?—2. ¿Qué divisiones políticas comprende?

§ IV. **Vertiente meridional.**—1. ¿Qué hay de notable en esta vertiente?—2. ¿Qué divisiones políticas comprende?

§ V. **Vertiente occidental.**—1. ¿Qué hay de notable en ella y á quien pertenece?

§ I. **Ideas generales.**—1. Esta península, apéndice occidental de la Europa septentrional, está limitada al N. por el mar Glacial, al O. por el oceano Atlántico, al S. por los mares Geripánico y Báltico, al E. por el mar Báltico y por los ríos Tornea y Tana, que surcan el istmo por que está unida al continente.—Está comprendida entre latitud N. 55° 20' y 71° 15' y longitud E. 2° 15' 28° 45'.

2. **Aspecto del pais.**—Esta vasta region, cortada por una gran cadena de montañas, surcada de lagos, ríos y torrentes, rodeada de golfos, islas y escollos, presenta un clima riguroso, aunque la tierra está bien cultivada, cuyos habitantes conservan puras costumbres, y un amor á la libertad, con un carácter activo, aunque apacible y laborioso, é instruidos en las ciencias.

3. **Divisiones naturales.**—La larga cadena de montañas que surcan esta península de S. á N., y los dos ramales del Mediodia, permiten dividirla en tres

vertientes: 1.<sup>o</sup> *oriental ó del mar Báltico*; 2.<sup>o</sup> *meridional ó del Categat*; 3.<sup>o</sup> *occidental ó del oceano Atlántico*.

§ II. **Historia de la geografía de la Escandinavia.**—1. De esta península han salido algunos de los pueblos que han invadido el imperio romano. La historia de esta region es entonces muy oscura. Hallábase dividida en una multitud de cortos Estados, que concluyeron por fundirse en dos grandes dominaciones: la *Noruega*, sobre la vertiente occidental; la *Suecia*, sobre la vertiente oriental.

Estos dos reinos están hoy reunidos bajo un mismo soberano, pero con una administración y constitución separadas. El gobierno es monárquico constitucional en ambos países.

§ III. **Vertiente oriental.**—1. Esta vertiente es ancha, casi llana y recorrida por un gran número de ríos que forman una multitud de lagos. El país pobre y mal poblado. El clima muy riguroso.

1.<sup>o</sup> **Tornea.**—Este río sirve de límite entre la Rusia y la Suecia, y está casi siempre helado.

Algunos otros ríos que no ofrecen nada de notable atraviesan el país de la *Botnia*.

**Pala.**—Este río baña el país salvaje y montuoso de la *Dalecarlia*.

**Melarn.**—Es una vasta aglomeración de aguas que le asemejan á una especie de mar interior, formando un laberinto de islas, escollos, golfos &c. Hacia su centro en dos penínsulas y varias islas está situada *Stoccolmo*, capital de la Suecia, buen puerto, con 80,000 habitantes.

Los demás cursos de agua nada ofrecen de notable.

En las costas se hallan algunos puertos, entre ellos *CALMAR*, célebre por el acta de unión de los tres reinos del N.

2. **Divisiones políticas.**—Esta vertiente pertenece á la *SUECIA*.

§. IV. **Vertiente meridional.**—1. Es la mas hermosa parte de la península, cortada por una multitud de lagos, ríos y golfos profundos: es fértil y goza de un clima templado.

En la costa se hallan algunos puertos.

El *Glacem* es el río mayor de la península.

En el fondo de un golfo tortuoso y profundo que forma la estremidad septentrional del *Skager* se encuentra *CRISTIANIA*, capital de la *Noruega*, con 20,000 habitantes.

2. **Divisiones políticas.**—La vertiente meridional pertenece de por mitad á los dos reinos de *SUECIA* y de *NORUEGA*.

§ V. **Vertiente occidental.**—1. Es muy rápida, con una multitud de bahías y un largo circuito de islas y escollos, y surcada por algunos pequeños torrentes. El clima es saludable.

Pertenece á la *NORUEGA*.

## OCTAVA REGION.—ISLAS BRITANICAS.

§ I. **Ideas generales.**—1. ¿De qué se compone esta region?—2. ¿Cuál es el aspecto general del país?

§ II. **Historia de la geografía de las islas Británicas.**—1. Cómo se llamaban antiguamente las dos grandes islas, qué habitantes las poblaban y por quiénes fueron conquistadas sucesivamente.—2. De qué se fundó la monarquía llamada *Inglaterra*.—3. Qué se fundó en la *Caledonia*.—4. Cuando se creó el reino de la *Gran Bretaña*.—5. Cuál es la población de las *Islas Británicas*.

§ III. **Gran Bretaña.**—1. Qué es la *Gran Bretaña*.—2. Qué aspecto presenta este país y cuál es el carácter inglés.

§ IV. **Inglaterra.**—1. Por qué está formada esta vertiente meridional.—2. Qué aspecto presenta el país.—3. Costas.—4. Qué aspecto presenta la vertiente oriental de *Inglaterra*.—5. Qué hay de notable en el curso de sus aguas.—6. Cuál es el aspecto de la vertiente occidental.—7. Curso de sus aguas.—8. Qué es el país de *Gales* y qué hay de notable en él.

§ V. **Escocia.**—1. Qué hay de notable en su vertiente occidental.—2. Y en su vertiente oriental.

§ VI. **Irlanda.**—1. Qué hay de notable en esta isla y cómo puede dividirse.—2. Qué hay de notable en su vertiente oriental.—3. Y en la occidental.

§ I. **Ideas generales.**—1. Esta region se compone de dos grandes islas: la *GRAN BRETAÑA* y la *IRLANDA*, y de una multitud de otras mas pequeñas, situadas al O. del continente europeo, entre el mar Germánico, la Mancha y el oceano Atlántico, y comprendidas entre la latitud N. 49° 55' y 60° 40' y longitud O. 0° 30' y 12° 45'.

2. **Aspecto general del país.**—Estas islas están cortadas muy caprichosamente, bien bañadas por diferentes ríos, y muy abundantes en metales y pastos; pero son nebulosas, frías y húmedas. Sin embargo la actividad humana ha creado en ellas todo, trastornando su suelo, cultivándole con perfección, y hasta variando su naturaleza por medio del arte. Canales, caminos, puertos, todo ha sido llevado al mayor grado de perfección posible. La industria y el comercio no tienen igual en todo el globo. Los ingleses reparten al exterior su actividad creadora por medio de un poder artificial, que es el de sus navíos, con los cuales conmueven el mundo. Emporio de todas las producciones del globo, este país las distribuye á todos los demas despues de haber centuplicado su valor por medio de su industria. La *Inglaterra* ha llevado su lengua y su pabellón á todos los puntos de la tierra; y tranquila detras de su gran foso marino y de su línea circular de buques, nada teme de las demas potencias de Europa.

§ II. **Historia de la geografía de las Islas Británicas.**—1. Las dos grandes islas se llamaban antiguamente: la primera *Britania*, al S., y *Caledonia* al N., y la segunda *Hibernia*. Los habitantes de estas islas eran de raza gálica, con una mezcla de cimbríos. Los romanos conquistaron la *Britania*. La *Caledonia* y la *Hibernia* estaban habitadas por los *pietos* y *escotos*, que quisieron conquistar los bretones. Estos llamaron en su auxilio á los anglos y á los sajones, que

bajo el nombre de anglo-sajones se apoderaron de todo el territorio, fundando siete estados. La población bretona, como se refugió al Occidente, tomó el nombre de *Pais de Gales*.

1. De la *Heptarquía sajona* se fundó una monarquía, llamada *Inglaterra*.
2. En la *Caledonia* se fundó otro reino con el nombre de *Escocia*.
3. Y finalmente, en 1603 se creó el Reino Unido de la *Gran Bretaña* y de la *Irlanda*.

4. La población de las Islas Británicas es de 30.900.000 de habitantes: 15.900.000 en Inglaterra, 9 en Escocia y 6 en Irlanda.

§ III. **Gran Bretaña.** 1. Es la mayor isla de la Europa, que forma una especie de triángulo isósceles, cuya base se apoya en la Mancha.

La línea de división de las aguas está marcada por una larga y tortuosa serie de alturas que divide la isla en tres vertientes casi triangulares.

Dos grupos considerables se separan de esta línea de división: el uno, al O., forma las montañas del país de Gales, el otro al N., dividiendo naturalmente la isla en dos partes: la *Inglaterra* al S. y la *Escocia* al N.

2. **Aspecto del país.** La *Inglaterra* es un país montuoso, excepto en la parte occidental, húmedo y brumoso, poco fértil, pero admirablemente cultivado, sembrado de bosquesillos, bosques y landas estériles, con anchos valles y hermosas llanuras suavemente onduladas.

La *Escocia* es un país montañoso, lleno de lagos y dislocaduras, poco fértil, frío y sano, cubierto de valles. Los minerales abundan prodigiosamente en ambos países, especialmente la hulla, el hierro, el plomo, el estaño y el cobre.

Los ingleses son orgullosos, fríos, positivos: tienen un espíritu elevado, amante de todo lo grande, y son esencialmente especuladores y emprendedores. Los escoceses son más francos, menos egoístas, menos comerciantes y más industrioses. La instrucción está extraordinariamente esparcida. En ambos pueblos el orgullo nacional es la calidad dominante de su carácter.

§ VI. **Inglaterra.—Vertiente meridional.**—1. Esta vertiente está circuida por una línea de colinas que separa las aguas de la Mancha de las del canal de Bristol y de la mar Germánica.

2. **Aspecto del país.**—El cultivo le ha hecho fértil, y las risteñas colinas alternan con las landas estériles. Tiene numerosos ríos, pero poco importantes. En él se hallan las minas de Cornualles.

3. **Costas.**—Son de las mejores para establecer una potencia marítima. Entre sus puertos se hallan: *FALMOUTH*, uno de los mejores de la isla.—*PLIMOUTH*, á la desembocadura del Tamer, con 70.000 habitantes.—*SOUTHAMPTON*, antigua y célebre ciudad á la desembocadura del Test.—*PORTSMOUTH*, el primer establecimiento de la marina militar inglesa.—*BRIGHTON*, célebre por sus baños de mar.—*DOVERES*, sobre el Pas-de-Calais. [Paso de Calé].

4. **Vertiente oriental.**—Esta vertiente, ancha al mediodía, estrecha al N., es generalmente poco fértil y el aire frío.

La costa, sujeta á las inundaciones marítimas, es llana y arenosa.

5. **Curso de las aguas.**—Tres ríos principales surcan esta vertiente, á saber:

1.º El *Támesis*, que nace en unas colinas, pasa por: 1.º *OXFORD*, universidad célebre: 2.º *LOS DRAKS* [London], capital del imperio británico y la ciudad más poblada y comerciante del globo; encierra 1.200.000 habitantes, y con sus numerosas aldeas, que prolongan sus cuarteles estremos, la asemejan á una provincia cubierta de casas. Está situada á veinte leguas de la mar, en una llanura magnífica sobre las dos márgenes del Támesis, que forma allí un soberbio canal, cubierto de navíos. El Támesis que tiene 80 leguas de curso, es navegable durante 65, y la marea sube por él 25 leguas; por manera que en las aguas de Londres se reciben buques hasta de 800 toneladas.

2.º El *Ouse*, que pasa por *CAMBRIDGE*, universidad célebre.  
3.º El *Humber*, que tiene en su hoya *BIRMINGHAM*, ciudad con 100.000 habitantes.

Entre sus puertos de la costa se halla *NEWCASTLE*, uno de los principales de Inglaterra.

6. **Vertiente occidental.**—Esta vertiente es estrecha y montuosa; el país húmedo, fértil, sano y cubierto de pastos y de minas.

7. **Curso de las aguas.**—El más notable es el *Serera*, que baja de las montañas de Gales y termina en el canal de Bristol. Recibe dos afluentes, llamados ambos *Aron*. Uno de ellos pasa por *BATH*, célebre por sus aguas minerales, y por *BRISTOL*, gran puerto, con 100.000 habitantes.

8. **País de Gales.**—Un rectángulo comprendido entre el canal de San Jorge, el golfo de Lancaster, el canal de Bristol y las montañas de Gales, parece separado naturalmente de la isla, y forma el *País de Gales*, montuoso, poco fértil, pintoresco, y cuyos estrechos valles, numerosos arroyos y limpios lagos le dan el aspecto de la Suiza. Su principal riqueza consiste en minerales. Su principal ciudad es *CARDIF*.

A la punta N. O. del País de Gales, y separada de él por un estrecho canal, se halla la isla de *Anglesea*, en otro tiempo uno de los asilos sagrados de los Druidas. Al N. de esta la de *Man*, poblada de pescadores.

El *Mersey* es el río mayor del N. del País de Gales, que forma un ancho canal y termina abajo de *LIVERPOOL*, la segunda ciudad del globo, con 100.000 habitantes. —Uno de sus afluentes pasa por *MANCHESTER*, la primer ciudad manufacturera de Inglaterra, con 130.000 habitantes.

§ V. **Escocia.—1. Vertiente occidental.**—Esta vertiente es muy estrecha, rodeada hasta su costa por una larga masa de montañas. Los valles son cortos y estrechos. El país poco fértil pero bien poblado.

El golfo de *Clide* recibe al río de este nombre, que corre por una hoya tortuosa, estrecha y montuosa, pero que forma uno de los países más pintorescos y mejor poblados de la Europa, bañando *GLASGOW*, ciudad muy industriosa y floreciente, con 230.000 habitantes. El resto de la vertiente no ofrece nada de notable más que multitud de lagos y pequeños ríos.

**Hebridias.**—Grupo de 300 islas al O. de esta vertiente, de las cuales 80 están habitadas: son húmedas y estériles.

2. **Vertiente oriental.**—Es mucho mas ancha que la anterior, aunque montuosa, con valles anchos, bajos y fértiles y muchos rios.

**Curso de las aguas.**—Solo citaremos el *Forth*, que corre por un pais muy fértil y se confunde con la mar por un gran golfo, á cuya derecha se halla Edimburgo, capital de la Escocia, con 80,000 habitantes.

**Orcades.**—Grupo de 30 islas estériles y cubiertas de rocas, situadas al N. de la Escocia, separadas de ella por un estrecho.

§ VI. **Irlanda.**—1. Esta isla, separada de la Gran Bretaña por el canal de San Jorge, el mar de Irlanda y el canal del N., es generalmente baja y cenagosa en el centro, montuosa al N. y al S., y tiene por linea de separacion de las aguas una linea de alturas muy confusas. El suelo es bueno y fértil, como los lagos numerosos. Sus habitantes profesan el catolicismo, y están en perpetua lucha con la Inglaterra á pesar de su aparente sumision.

Esta isla se divide en dos vertientes: la una al E., la otra al O.

2. **Vertiente oriental.**—Esta vertiente encierra numerosas bahias, rios sin importancia, valles populosos y fértiles y minas de hierro, cobre y estaño.

No se encuentra ninguna ciudad notable en su interior; pero en la costa merecen citarse: 1.º *Cork*, buen puerto, con 40,000 habitantes.—2.º *Waterford*, ciudad comerciante, con 40,000 habitantes.—*Dublin*, capital de la Irlanda, con 160,000 habitantes.

3. **Vertiente occidental.**—Esta vertiente es notable, especialmente por las numerosas y vastas bahias que encierra, y que forman lagos marinos introducidos en las tierras. Esta vertiente tiene buenas poblaciones; pero ninguna de gran importancia.

## ASIA.

1. Cuál es la situacion del Asia.—2. Cuántos recipientes tienen sus aguas corrientes.

§ I. **Divisiones de los mares.**—Cómo se dividen los mares del Asia.

§ II. **Division de las tierras.**—1. Qué hay de notable en general en esta division.—2. Qué divisiones físicas pueden hacerse del Asia.

§ III. **Historia de la geografia de Asia.**—1. Cuál es la parte mas importante de la historia de la geografia de Asia.—2. Sucinta reseña de esta historia.—3. Cuáles son las razas principales que pueblan el Asia.—4. A cuánto asciende la poblacion del Asia.

§ IV. **Vertiente del mar Glacial.**—1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Qué aspecto presenta el pais.—3. Qué hay de notable en las costas.—4. Y en el curso de las aguas.—5. Qué divisiones políticas comprende.

§ V. **Vertiente del grande Oceano.**—1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Cuál es el aspecto del pais.—3. Qué hay de notable en sus costas.—4. Qué hay de notable en el curso de sus aguas y penínsulas.—5. Qué divisiones políticas comprende.

§ VI. **Vertiente del oceano Indico.**—1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Qué aspecto presenta el pais.—3. Qué hay de notable en sus costas é islas.—4. Cómo puede dividirse la descripcion de la vertiente meridional.—5. Qué hay de notable en la

península de Malaca.—6. Qué hay de notable en el curso de los rios del Tibet y de los birmanes.—7. Qué hay de notable en la hoya del Ganges.—8. Qué divisiones políticas comprende esta hoya.—9. Qué hay de notable en la península del Indostan y sus costas.—10. Qué divisiones políticas comprende la provincia del Indostan.—11. Qué hay de notable en la hoya del Indo.—12. Qué divisiones políticas comprende.—13. Qué hay de notable en la mesa de la Persia.—14. Qué hay de notable en la hoya del Eufrates y del Tigris.—15. Qué divisiones políticas comprende.—16. Qué hay de notable en la península de la Arabia.—17. Qué divisiones comprende la Arabia.

§ VII. **Vertiente del mediterráneo.**—1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Cómo puede dividirse naturalmente.—3. Qué aspecto presenta el pais.—4. Qué hay de notable en sus costas é islas.—5. Qué hay de notable en la vertiente del Libano ó Siria.—6. Qué divisiones políticas comprende.—7. Qué hay de notable en la Anatolia.—8. Qué divisiones políticas comprende.—9. Qué hay de notable en la vertiente S. O. del Cáucaso ó Colchida.—10. A quién pertenece este pais.

§ VIII. **Mesa de los mares Caspio y Aral.**—1. Cómo puede subdividirse esta mesa.—2. Qué hay de notable en la del mar Caspio.—3. Qué hay de notable en la del Aral.

§ IX. **Mesa central ó China.**—1. En qué consiste esta mesa y qué hay en ella de notable?

1. **Situacion.**—El Asia está limitada al N. por el mar Glacial Artico, al S. por el mar de las Indias, al O. por el mar Rojo, el istmo de Suez, el Mediterráneo, el Archipiélago, el mar Negro, el Cáucaso, el mar Caspio, el Ural, y los montes Urales y Poyas.

Está comprendida entre latitud N. 2º y 78º y longitud 24º E. y 172º O. Su mayor longitud del cabo Oriental al cabo Bab-el-Mandeb es de 2150 leguas, y su mayor anchura, desde el cabo Sagrado al cabo Romania, de 1650 leguas.

2. Sus aguas corrientes tienen tres recipientes principales: el mar Glacial Artico, el grande Oceano, el mar de las Indias, y dos recipientes secundarios, el Mediterráneo y el Caspio.

1. **1. Division de los mares.**—1.º *Mar Glacial Artico.* Forma los golfos de Kara y de Obi; los cabos Oleni y *Sererovostochnoi* (Sagrado) y las islas de la *Nueva Zembla* y de la *Nueva Siberia*. Esta mar está casi siempre helada, recibe el *Obi*, el *Yenisei*, *Lena*, etc.

2.º *El grande Oceano* forma á lo largo de la costa asiática una multitud de golfos, de los cuales los principales son *mar de Berin g*, *mar de Ochotsk*, *mar del Japon*, *mar de Corea*, que forma el *Amarillo* y el *Azul*; el *mar de la China*, que forma los golfos de *Tonkin* y de *Siam*.—Las penínsulas principales son: la de *Kamchatka*, la *Corea*, la de *Camboya*, la de *Malaca*; y los cabos *Oriental* y *Romantia*; las islas *Kuriles*, *Saghalien*, las *Japonesas* y todas las islas que componen la *Oceanía*.—Recibe los rios *Saghalien*, *Hoang-Ho*, *Kiang-Ho*, *Maykoung*.

3.º *Mer de las Indias.* Forma el *golfo de Bengala*, el *mar de Oman*, el *golfo Pérsico* y el *mar Rojo*; las grandes penínsulas del *Indostan* y de la *Arabia*; los cabos *Comorin* y *Bab-el-Mandeb*; las islas de *Ceilan*, *Maldivas* y *Lakdivas*. Recibe el *Ganges*, el *Indo* y el *Eufrates*.

4.º *Mediterráneo, Archipiélago y mar Negro.*—Solo forman bahias poco profundas, y encierran entre sí la península del *Asia menor*, y contienen las islas de *Chipre*, *Rodas* y *Jonia*.

**Hebridias.**—Grupo de 300 islas al O. de esta vertiente, de las cuales 80 están habitadas: son húmedas y estériles.

2. **Vertiente oriental.**—Es mucho mas ancha que la anterior, aunque montuosa, con valles anchos, bajos y fértiles y muchos rios.

**Curso de las aguas.**—Solo citaremos el *Forth*, que corre por un pais muy fértil y se confunde con la mar por un gran golfo, á cuya derecha se halla Edimburgo, capital de la Escocia, con 80,000 habitantes.

**Orcades.**—Grupo de 30 islas estériles y cubiertas de rocas, situadas al N. de la Escocia, separadas de ella por un estrecho.

§ VI. **Irlanda.**—1. Esta isla, separada de la Gran Bretaña por el canal de San Jorge, el mar de Irlanda y el canal del N., es generalmente baja y cenagosa en el centro, montuosa al N. y al S., y tiene por linea de separacion de las aguas una linea de alturas muy confusas. El suelo es bueno y fértil, como los lagos numerosos. Sus habitantes profesan el catolicismo, y están en perpetua lucha con la Inglaterra á pesar de su aparente sumision.

Esta isla se divide en dos vertientes: la una al E., la otra al O.

2. **Vertiente oriental.**—Esta vertiente encierra numerosas bahias, rios sin importancia, valles populosos y fértiles y minas de hierro, cobre y estaño.

No se encuentra ninguna ciudad notable en su interior; pero en la costa merecen citarse: 1.º *Cork*, buen puerto, con 40,000 habitantes.—2.º *Waterford*, ciudad comerciante, con 40,000 habitantes.—*Dublin*, capital de la Irlanda, con 160,000 habitantes.

3. **Vertiente occidental.**—Esta vertiente es notable, especialmente por las numerosas y vastas bahias que encierra, y que forman lagos marinos introducidos en las tierras. Esta vertiente tiene buenas poblaciones; pero ninguna de gran importancia.

## ASIA.

1. Cuál es la situacion del Asia.—2. Cuántos recipientes tienen sus aguas corrientes.

§ I. **Divisiones de los mares.**—Cómo se dividen los mares del Asia.

§ II. **Division de las tierras.**—1. Qué hay de notable en general en esta division.—2. Qué divisiones físicas pueden hacerse del Asia.

§ III. **Historia de la geografia de Asia.**—1. Cuál es la parte mas importante de la historia de la geografia de Asia.—2. Sucinta reseña de esta historia.—3. Cuáles son las razas principales que pueblan el Asia.—4. A cuánto asciende la poblacion del Asia.

§ IV. **Vertiente del mar Glacial.**—1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Qué aspecto presenta el pais.—3. Qué hay de notable en las costas.—4. Y en el curso de las aguas.—5. Qué divisiones políticas comprende.

§ V. **Vertiente del grande Oceano.**—1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Cuál es el aspecto del pais.—3. Qué hay de notable en sus costas.—4. Qué hay de notable en el curso de sus aguas y penínsulas.—5. Qué divisiones políticas comprende.

§ VI. **Vertiente del oceano Indico.**—1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Qué aspecto presenta el pais.—3. Qué hay de notable en sus costas é islas.—4. Cómo puede dividirse la descripcion de la vertiente meridional.—5. Qué hay de notable en la

península de Malaca.—6. Qué hay de notable en el curso de los rios del Tibet y de los birmanes.—7. Qué hay de notable en la hoya del Ganges.—8. Qué divisiones políticas comprende esta hoya.—9. Qué hay de notable en la península del Indostan y sus costas.—10. Qué divisiones políticas comprende la provincia del Indostan.—11. Qué hay de notable en la hoya del Indo.—12. Qué divisiones políticas comprende.—13. Qué hay de notable en la mesa de la Persia.—14. Qué hay de notable en la hoya del Eufrates y del Tigris.—15. Qué divisiones políticas comprende.—16. Qué hay de notable en la península de la Arabia.—17. Qué divisiones comprende la Arabia.

§ VII. **Vertiente del mediterráneo.**—1. Por qué está formada esta vertiente.—2. Cómo puede dividirse naturalmente.—3. Qué aspecto presenta el pais.—4. Qué hay de notable en sus costas é islas.—5. Qué hay de notable en la vertiente del Libano ó Siria.—6. Qué divisiones políticas comprende.—7. Qué hay de notable en la Anatolia.—8. Qué divisiones políticas comprende.—9. Qué hay de notable en la vertiente S. O. del Cáucaso ó Colchida.—10. A quién pertenece este pais.

§ VIII. **Mesa de los mares Caspio y Aral.**—1. Cómo puede subdividirse esta mesa.—2. Qué hay de notable en la del mar Caspio.—3. Qué hay de notable en la del Aral.

§ IX. **Mesa central ó China.**—1. En qué consiste esta mesa y qué hay en ella de notable?

1. **Situacion.**—El Asia está limitada al N. por el mar Glacial Artico, al S. por el mar de las Indias, al O. por el mar Rojo, el istmo de Suez, el Mediterráneo, el Archipiélago, el mar Negro, el Cáucaso, el mar Caspio, el Ural, y los montes Urales y Poyas.

Está comprendida entre latitud N. 2º y 78º y longitud 24º E. y 172º O. Su mayor longitud del cabo Oriental al cabo Bab-el-Mandeb es de 2150 leguas, y su mayor anchura, desde el cabo Sagrado al cabo Romania, de 1650 leguas.

2. Sus aguas corrientes tienen tres recipientes principales: el mar Glacial Artico, el grande Oceano, el mar de las Indias, y dos recipientes secundarios, el Mediterráneo y el Caspio.

1. **Division de los mares.**—1.º *Mar Glacial Artico.* Forma los golfos de Kara y de Obi; los cabos Oleni y *Sererovostochnoi* (Sagrado) y las islas de la *Nueva Zembla* y de la *Nueva Siberia*. Esta mar está casi siempre helada, recibe el *Obi*, el *Yenisei*, *Lena*, etc.

2.º *El grande Oceano* forma á lo largo de la costa asiática una multitud de golfos, de los cuales los principales son *mar de Berin g*, *mar de Ochotsk*, *mar del Japon*, *mar de Corea*, que forma el *Amarillo* y el *Azul*; el *mar de la China*, que forma los golfos de *Tonkin* y de *Siam*.—Las penínsulas principales son: la de *Kamchatka*, la *Corea*, la de *Camboya*, la de *Malaca*; y los cabos *Oriental* y *Romania*; las islas *Kuriles*, *Saghalien*, las *Japonesas* y todas las islas que componen la *Oceanía*.—Recibe los rios *Saghalien*, *Hoang-Ho*, *Kiang-Ho*, *Maykoung*.

3.º *Mer de las Indias.* Forma el *golfo de Bengala*, el *mar de Oman*, el *golfo Pérsico* y el *mar Rojo*; las grandes penínsulas del *Indostan* y de la *Arabia*; los cabos *Comorin* y *Bab-el-Mandeb*; las islas de *Ceilan*, *Maldivas* y *Lakdivas*. Recibe el *Ganges*, el *Indo* y el *Eufrates*.

4.º *Mediterráneo, Archipiélago y mar Negro.*—Solo forman bahias poco profundas, y encierran entre sí la península del *Asia menor*, y contienen las islas de *Chipre*, *Rodas* y *Jonia*.

5. ° El *mar Caspio*, descrito en Europa.

§ II. **Division de las tierras.**—1. Los montes *Urales* hacia el nacimiento del *Jaik*, prolongándose al S. E., separando las aguas del *Obi* de las del *mar Caspio*, van á unirse al sistema del *Altai*, que corre del O. al E., teniendo su vertiente septentrional largamente inclinada hacia el oceano Glacial, y borrada su vertiente meridional en vastas mesas. Esta cadena se prolonga al N. E. en los montes *Jablonoi*, que terminan en el cabo Oriental; y hacia el nacimiento del *Amur* se separa al S. una serie de montañas, que se inclinan al O. y forman el sistema de los montes de la China, cuya vertiente oriental se inclina hacia el grande Oceano y la occidental se prolonga en grupos y mesas en lo interior del Asia. De la mesa de *Koukhounor*, núcleo central de las montañas de la China, se separa al E. y al O. una larga cadena semicircular, cuyo centro se llama *Himalaya*, y contiene los puntos mas elevados del globo: su vertiente meridional se inclina hacia el oceano Indico, y su vertiente septentrional se pierde en vastas mesas, prolongándose hasta el mediodía del Caspio y subiendo al N. O. para reunirse con el *Cáucaso*.

Así, y como sus dimensiones casi iguales debian hacerlo juzgar, el Asia figura una especie de tronco de pirámide cuadrangular, cuya cara N. está vuelta hacia el oceano Glacial, la cara E. hacia el grande Oceano, la cara S. hacia el oceano Indico y la cara O. hacia el Mediterráneo. La base del tronco está ocupada por una inmensa mesa, que se descompone en otras dos, separadas de N. á S. por los montes *Belur* y *Thiam-Cham*: 1. ° Mesa del *mar Caspio* y del *Aral*; 2. ° mesa central ó China.

2. **Divisiones físicas del Asia.**—Segun lo espuesto serán: 1. ° *La vertiente septentrional ó del mar Glacial*; 2. ° *vertiente oriental ó del grande Oceano*; 3. ° *vertiente meridional ó del mar de las Indias*; 4. ° *vertiente occidental ó del Mediterráneo*; 5. ° *mesa del mar Caspio ó del Aral*; 6. ° *mesa central ó China*.

§ III. **Historia de la geografía de Asia.**—1. El Asia es la mas notable de las partes del mundo, la cuna del género humano y de todas las grandes religiones. En ella florecieron los mas vastos y poderosos imperios de la tierra. Este antiguo pais nos interesa no solo por su estension y fertilidad, sino tambien por su historia; pero de esta la parte de los pueblos de occidente, origen de la civilizacion.

2. En el Asia occidental, los *asirios* son el primer pueblo conocido, y formaban un imperio vasto en las hoyas del *Tigris* y del *Eufrates*. De este imperio salieron los reinos de *Media*, *Babilonia* y *Nínive*, de que se fundó mas tarde el reino de *Persia*.—Alejandro conquistó este imperio, que á la muerte de este conquistador se dividió en varios estados, de los cuales los principales fueron: el reino de *Siria*, que comprendia casi toda el Asia occidental, y cuya capital era *Antioquia*; y el reino de los *Partos*, que se estendia desde el *Tigris* al *Indo*.—Los romanos conquistaron la *Siria*, y en ella fundaron las provincias del *Asia menor*, *Siria* y *Armenia*, que hicieron parte del imperio de Oriente.—Mahoma sacó á los árabes de sus desiertos y conquistaron la *Siria* y el reino de los *Partos*, fundando la monarquía de los *califas*, cuya capital fué *Bagdad*.—Los *turcos*, pueblos tártaros salidos de las regiones del E.,

destruyeron la monarquía de los califas, y fundaron un vasto imperio, que se subdividió en dos: el de los sultanes de *Iran* ó de *Persia*, y el de los sultanes de *Rum* ó del *Asia menor*.—Los *cruzados* quitaron á estos parte de la *Palestina* y la *Siria* donde se fundaron estados cristianos.

En esta época las hordas mogoles que habitaban el N. de la China se apoderaron bajo las órdenes de Gengis-Kan, y conquistaron toda el Asia y parte de la Europa hasta el Danubio.—Despues de varias vicisitudes los otomanos se hicieron la potencia dominante del Asia occidental.

Los *portugueses*, *españoles*, *holandeses*, y otros pueblos de Europa tuvieron dominios en el Asia, que hoy conservan algunos, especialmente la Inglaterra y la Rusia.

3. Finalmente, las razas principales que hoy pueblan el Asia son: 1. ° los *urales*, subdivididos en *ostiakos* y *samoyedas*, que habitan el ASIA RUSA.—2. ° Los *tungos*, subdivididos en *tungos*, que habitan el ASIA RUSA, y en *manchus*, que habitan una parte de la CHINA.—3. ° Los *chinos* que habitan una gran parte del Asia oriental, y es la raza mas numerosa, que se subdivide en *anamitas*, que habitan el *Tonkin* y la *Cochinchina*; y en *siameses* y *japoneses*, que habitan el *Japon* y *Siam*.—4. ° Los *birmanos*, que habitan la península de *Malaca*.—5. ° Los *tibetanos*, que habitan la mesa del *Tiber*.—6. ° Los *indios*, subdivididos en varias castas.—7. ° Los *persas*, subdivididos en *bakaros*, *kurdos*, *beluchis* &c.—8. ° Los *árabes*, que ocupan casi toda el Asia occidental.—9. ° Los *turcos*, subdivididos en *osmanlis*, pueblo dominante del imperio otomano; en *usbehes*, pueblo dominante del *Turkestan* independiente; en *turkomanos*, pueblo dominante de la *Persia*, y en *kirghis*, vasallos de los rusos y de los chinos.

Las religiones del Asia son: la idolatría en el Asia rusa; el *budismo* y las religiones de *Fo*, *Sinto*, en el Asia oriental; el *bramanismo* en la India; el *islamismo* en el Asia occidental.—El cristianismo solo se practica en las colonias europeas.

4. La poblacion del Asia es de 390,000,000 de habitantes.

§ IV. **Vertiente del mar Glacial.**—1. Esta vertiente está formada por el envés occidental de los *Poyas* y de los *Urales*; el envés septentrional del *Altai* y el envés oriental de los montes *Jablonoi* y *Stanovoi*; sus dos puntos extremos son los cabos *Waigatz* y *Oriental*.—Longitud 1500 leguas, anchura de 400 á 700.

2. **Aspecto del pais.**—Bañado por grandes rios, cuyas aguas corren paralelamente por desiertos cenagosos, selvas salvajes y estepas inmensas: este pais es muy frio y cubierto de nieves los nueve ó diez meses del año. Tribus miserables de salvajes y medio millon de europeos constituyen la poblacion diseminada de esta vasta comarca, estéril é inculca.

3. **Costas.**—Solo están abiertas á la navegacion durante dos meses del año.—Sus islas son las de la *Nueva Zembla* y *Nueva Siberia*, desiertas y siempre heladas.

4. **Curso de las aguas.**—1. el *Obi*, que baja del grande *Altai*, y baña por espacio de 900 leguas una hoya ocupada por hordas de *kirghis*, *ostiakos* y *samoyedas*. A sus márgenes y en la confluencia del *Tobok* está *Тобольск*, capital de la Siberia, con 20,000 habitantes.

2.º *Jenisei* baja de la mesa del *Altai* y baña algunas poblaciones rusas.

3.º El *Lena* baña un país salvaje.

5. **Divisiones políticas.**—La vertiente septentrional pertenece casi exclusivamente á la *RUSIA*.

§ V. **Vertiente del grande Oceano.**—1. Está formada por la pendiente meridional de los montes *Stanoroi* y *Jablonoi*, y por la pendiente oriental de las montañas de la *China*, del *Tibet*, de *Siam* y de *Malaca*. Sus dos puntos extremos son los cabos *Oriental* y de *Romanía*.

2. **Aspecto general.**—Esta vertiente, cuyos puntos extremos están cerca del círculo polar y del ecuador, presenta climas, producciones y aspectos físicos muy diversos para poder generalizarlos; sin embargo, es de notar la masa, extensión y confusión de las montañas, la ausencia casi total de estepas y llanuras cenagosas, y cuyos ríos nacen en la mesa central, abriéndose paso por entre las montañas que le sirven de talud para correr por la vertiente.

3. **Costas.**—Son generalmente escarpadas, exceptuando la desembocadura de los ríos, y rodeadas de una cadena no interrumpida de islas, desde el cabo *Lopatka* hasta el estrecho de *Malaca*: tales son: 1.º Las *Kuriles* casi inhabitadas y que pertenecen á la *Rusia*.—2.º *Saghalica*, grande, salvaje y poco conocida.—3.º El archipiélago del *Japón*, que se compone de tres islas principales, *Yezo*, *Nifon* y *Qiusiu*, que son fértiles, abundantes en minerales y atravesadas por montañas volcánicas.—*Nifon* tiene 300 leguas de largo y 30 de ancho.—Su principal ciudad es *Yezo*, buen puerto y capital del imperio del *Japón*, con 500,000 habitantes.—Estas islas forman un estado floreciente y civilizado, con 25 millones de habitantes. Los *Japoneses* son valientes é inteligentes, aunque embrutecidos por el despotismo y por su absurda religion de *Sinto*.—4.º El archipiélago *Lia-Kieu*, cuyas islas son fértiles y bien pobladas, y la isla *Fermosa*, cuyos habitantes son salvajes, que pertenecen á la *China*.

4. **Curso de las aguas y penínsulas.**—1.º **Península de Kamchatka**—País helado, estéril y habitado por salvajes.

2.º **Sagalien ó Amur.**—Río formado por la reunion de otros dos, que atraviesan vastas llanuras arenosas que forman la parte septentrional del desierto de *Samo*, y separa el imperio ruso del chino. Su curso es de 700 leguas. De sus márgenes salieron las hordas que mandó *Gengis-Kan*.

3.º **Península de Corea.**—País frío, fértil y bien cultivado, dependiente de la *China*. Posee buenas ciudades y habitantes civilizados.

4.º **Pe-hó.**—Río notable de la *China*, en cuyos márgenes está *Pekis*, capital de este imperio, con 1.300.000 habitantes.

5.º **Hoang-hó**, que nace en los montes de *Kulhonor*, y se dirige del S. O. al N. E. á par de la *Gran Muralla*, sale de la mesa, sube al N. en el país de los *mogoles*, baja al S. y entra en la *China*, y baña: *Kaifung*, gran ciudad con 300,000 habitantes.—Este río está cortado cuatro veces por una gran muralla, destinada aunque inútilmente á proteger la *China* contra las incursiones de los nomadas del Asia central. Esta obra prodigiosa tiene 400 leguas de largo, 24 pies de alto y 13 de an-

cho, y corre del del O. al E. por entre montañas y valles profundos.—De cien á cien pasos se hallan torres guarnecidas de cañones.

6.º **King-Ho**—Nace en la mesa del *Alto Tibet*, corre por este país, y entra en la *China*, donde baña *NASKING*, con 500,000 habitantes, y termina su curso de mil leguas en la mar oriental.

Entre las bocas del *Kian* y del *Tchukiang* se halla en la costa *HANG-TCHEON*, ciudad fuerte con 300,000 habitantes.

7.º **Tchukiang.**—Río que baña *TOCHAN*, ciudad industriosa y comercial, con 200,000 habitantes;—*CANTON* (*Konaugtoun*), gran puerto de los mas comerciantes del Asia, único del imperio chino donde hay establecimientos europeos, con 400,000 habitantes, y termina en el golfo de *Canton*, á cuya entrada está *MACAO*, ciudad portuguesa.

8.º **Saug-koi.**—Atraviesa el *Yunan* y el *Tonquin*, pasa por *KESHO*, antigua capital de *Anan*, y termina en el golfo de *Tonquin*.

Entre las bocas del *Saug-koi* y del *Maykang* está la costa de la península *Cochin-china*, rodeada de montañas, y donde se halla *HUK* capital del imperio *Annam*, con 100,000 habitantes.

9.º **May-kang.**—Río que pasa por el *Tibet* y *Camboya*.

10. **Mainam.**—Baña *SIAM*, en otro tiempo floreciente.—*BANGKOK*, capital del nuevo reino de *Siam*.

5. **Divisiones políticas.**—La vertiente oriental encierra políticamente:

1.º La parte N. E. de la *RUSIA ASIÁTICA*: 2.º LA *DAURIA*, la *MANCHURRIA*; *COREA*; LA *CHINA* propiamente dicha; la parte oriental del *TIBET*; de los *MOGÓLES*, de *SHAMO* y de *KOCKHOVSON*, provincias todas dependientes ó tributarias de la *CHINA*.—Este vasto imperio, cuya civilizacion data desde la mas remota antigüedad ha permanecido aislado en el occidente, y no se ha mezclado en las revoluciones del Asia.—Su gobierno es despótico: el pueblo profesa la religion de *Fó*; los sabios la de *Confucio*.—Está muy poblado, y la *China* sola tiene mas de 150 millones de habitantes.

3. Los reinos de *TONQUIN*, *LAOS*, *COCHINCHINA* y *CAMBOYA*, que componen el Imperio de *ANNAM*.

4.º El reino de *SIAM*.

§ VI. **Vertiente del oceano Indico.**—1. Está formada por la pendiente occidental de las montañas de *Malaca*, y otras alturas que corren tras los montes *Tsouling*: por la pendiente meridional del *Himalaya*, del *Hinduo-koh*, de las montañas de *Persia* y de la *Armenia*; por la pendiente oriental de las montañas de la *Siria* y de la *Arabia*.—Sus dos puntos extremos son los cabos de *Romanía* y de *Bab-el-Mandeb*.

2. **Aspecto general.**—La parte oriental de esta vasta vertiente, próxima al ecuador, garantida de los vientos nortes por las montañas mas altas del globo, bañada por grandes ríos, prolongada al S. por una ancha península, es una de las comarcas mas ricas y mejor pobladas del mundo.—Su aspecto es monótono, sus montañas presentan líneas grandiosas; pero pocos detalles pintorescos: sus in-

mensas llanuras, abrasadas por el sol, é inundadas por las aguas son fértiles, pero poco variadas.—El calor y la humedad dan á la vegetacion una lozania prodigiosa; pero forman un clima deletéreo, cuyos habitantes son indolentes y cobardes.

La parte *occidental*, colocada bajo la misma latitud, se prolonga tambien por una gran península, pero presenta un aspecto diferente. Inmensas mesas y desiertos de arena cubren la mitad de su superficie.—Sus aguas son poco abundantes; pero presentan sitios variados, valles deliciosos y un clima sano. Estas comarcas, ásperas y poco fértiles, han producido siempre razas guerreras.

3. **Costas é islas.**—Son generalmente bajas en el golfo de Bengala, escarpadas en la mar de Aman, ásperas é inabordables en las aguas de la Arabia: en ellas se abren una multitud de bahías, y contienen un gran número de puertos.—En estas costas se hallan las islas siguientes:

1.º **Archipiélago de Nicobar**—Próximo á Malaca, y poblado de habitantes salvajes.

2.º **Ceylan (Taprobana)**—Cerca del cabo de Comorin, extraordinariamente fértil, cuya capital es COLOMBO. Perteneció á Inglaterra.

3.º **Maldivas**—Cerca del Malabar: son muchísimas, pero la mayor parte inhabitadas.

4.º **Lakidivas**—Al N. de las anteriores, bien pobladas y rodeadas de rocas de coral.

4. La descripción de la vertiente meridional puede dividirse en las regiones siguientes: 1.º *Península de Malaca*; 2.º *Río del Tibet y de los Birmanes*; 3.º *Hoya del Ganges*; 4.º *Península del Indostan*; 5.º *Hoya del Indo*; 6.º *Mesa de la Persia*; 7.º *Hoya del Eufrates*; 8.º *Península de la Arabia*.

§. 5. **Península de Malaca**—La parte superior de este país es montuosa, fértil y poco conocida, y dividida entre los siameses é ingleses; la parte inferior está casi enteramente compuesta del reino sometido á los siameses, y lo interior habitado por salvajes. SINGAPOR y MALACA, situadas en la costa, son las principales ciudades.

6. **Ríos del Tibet y los Birmanes**—1. Solo citaremos: el *Irraonally*, que baja del envés septentrional de Himalaya, pasa cerca de LASA, capital de la parte del Tibet, sujeta al *Dalai-Lama*, sale de la mesa y baña: UMMERAPURA, capital del imperio Birman, y otras poblaciones importantes.

La hoya del *Irraonally* superior comprende la parte meridional del Tibet, region montuosa, fria, estéril, dividida en varios estados vasallos del imperio chino.

El *Irraonally* inferior con otro río del Tibet comprende en sus hoyas el imperio Birman, compuesto de los reinos de Ava, Pegu, etc.

7. **Hoya del Ganges**—Este río, cuya hoya está claramente trazada al N. por Himalaya, y al S. por algunas alturas, corre entre otros puntos, por la provincia *Baher*, bañando BEXARES, metrópoli religiosa de la India con 200,000 habitantes, y otras ciudades. Forma un gran delta y se subdividen en varios brazos, de los cuales el oriental se reúne al *Bramaputra*, y el occidental baña entre otras po-

blaciones importantes á CALCUTA, capital de las posesiones inglesas en la India, con 600,000 habitantes.

El *Ganges* es el río sagrado de la India, y sus inundaciones periódicas hacen de su hoya una de las mas ricas y fértiles de toda el Asia. Las bocas del Ganges ocupan de 60 á 70 leguas de costa.

**Afluentes de la izquierda**—Atravesan los reinos de *Aud*, *Nepol*, pertenecientes á los ingleses.—El *Bramaputra* pasa por RAMPUR (Rangpour), capital del reino de *Assam*, vasallo de la Inglaterra, bañando al volver al S. sobre su izquierda poblaciones de antropófagos, se une al Ganges y forma con él su gran delta.

**Afluentes de derecha**—Uno de ellos, el *Djennh*, baña á DELHI, antigua capital del imperio del *Gran Mogol*, hoy residencia inglesa con 150,000 habitantes.

8. **Divisiones políticas**—La hoya del *Ganges* forma casi toda ella parte de las posesiones de la COMPAÑIA INGLESA en la India.

9. **Península del Indostan**—Entre los ríos que bañan esta península, y en cuyas márgenes se hallan poblaciones importantes, citaremos *Godaver*, que baja de los *Gatas*, y pasa cerca de la arruinada ciudad de ORANGABAD, capital de los estados de *Nizan*—Uno de sus afluentes pasa por NAGPURA, capital del reino *Marato*, vasallo de los ingleses.—El *Kishnah*, cuyo afluente, el *Masy*, baña HIDERABAD, capital del reino de *Decan*, con 100,000 habitantes, y á GOLCONDA, célebre por sus diamantes.—El *Palar*, al N. de cuya desembocadura se halla MADRAS, la segunda capital de la India inglesa, con 400,000 habitantes; y al S. de la misma *PONDICHERRY*, capital de las posesiones francesas en la India, con 450,000 habitantes.—El *Tapti*, que desagua en el golfo de *Cambaya*, mas abajo de SURATE, gran ciudad con 100,000 habitantes.

**Costas**—Toda la costa S. E. de la península recibe el nombre de *Coromandel*; la costa S. O. doblado el cabo *Comorin*, se denomina *costa de Malabar*.—En ella se halla GOA, cabeza de partido de las posesiones portuguesas en la India; y BOMBAY, tercera capital y primer puerto militar de la India inglesa, con 200,000 habitantes.

10. **Divisiones políticas**—La península del *Indostan* y la hoya del *Ganges* forman las posesiones inmediatas y mediatas de la COMPAÑIA INGLESA.—Las posesiones inmediatas abrazan las provincias mas ricas del imperio del *Gran Mogol*, divididas en tres presidencias: *Calcuta*, *Madras* y *Bombay*.—Las posesiones mediatas son los estados indios, aliados ó vasallos de la Compañía.—Estos hábiles mercaderes crearon un imperio maravilloso de mas de cien millones de indios, que gobiernan fácilmente un puñado de ingleses, no por su fuerza material y simpatías, sino por su inmensa superioridad moral, efecto de la civilizacion.

11. **Hoya del Indo**—El *Indo* ó *Sindhu* nace sobre el envés septentrional del Himalaya, corre de S. E. á N. O. y paralelamente á su sierra, bañando á LAHORE, capital del pequeño Tibet; sale de la mesa central, pasando por los reinos de *Sikes* y *Sindhia*, y termina en un gran delta de 50 leguas, despues de un curso de 900 en el mar de Oman.

**Afluentes de la izquierda**—Cinco ríos corren reunidos por el país

de *Sikes*, antigua *Pentopotámide*, parte central del reino de *Poñu*. Uno de ellos, el *Djelen*, antiguo *Hidaspe*, atraviesa el hermoso y alto valle de *Kachemir*, y baña á *CACHEMIRA*, ciudad grande y principal del mismo.

**Afluentes de derecha.**—Solo uno es notable, el *Komck*, por bañar á *CABUL*, ciudad fuerte y populosa y antigua capital del reino de los *afghans*.

12. **Divisiones políticas.**—La hoya superior del Indo comprende: 1.º el reino de *SIKES*, estado nuevo montado á la europea por un francés, sometido hoy á la influencia inglesa; 2.º estados de los *SIKES*, protegidos ó vnsallos de los ingleses; 3.º estados de los *RADJES*, bajo la protección inglesa; 4.º estados de *SINDU*, que ocupan la parte inferior del Indo.

13. **Mesa de la Persia.**—Esta mesa es una cadena de tierra muy elevada, formada por la parte dorsal del *Tauro*, cuyas dos ramas se escarpan sobre el mar Caspio y el golfo Pérsico.

**Aspecto del país.**—Compónese, ya de montañas que se elevan bruscamente, sin dirección ni cadena seguida, ya de tierras altas agrupadas sin orden, ya de llanuras continuas abrasadas por el sol, mezcladas de frescos y deliciosos valles, ó de desiertos arenosos, cortados por algunos lagos. El clima es, según las localidades, muy cálido, ó muy frío; la costa de ambos mares abrasadora.—La vegetación es muy activa: el suelo produce pocos granos; pero frutos y vinos deliciosos, sedas y caballos de los mas hermosos de Oriente, aunque menos ligeros que los de Arabia.—Los persas son espirituales, industrioses y valientes; pero están embrutecidos por un despotismo de cuarenta siglos.—Sus ciudades están desiertas, y sus caminos llenos de bandidos.

**Puntos notables de la Persia.**—1.º *TEHERAN*, ciudad, con 130,000 habitantes, residencia de los *schahs*; 2.º *ISPAHAN*, con 100,000, antigua capital de Persia; 3.º *HAMADAN*, cerca de las ruinas de *Echbatana*, antigua capital de los medos; 4.º *CHIRAZ*, sobre las ruinas de la antigua *Persépolis*, situada en la hoya del *Bond-Emir*, en un hermoso valle y clima delicioso, que produce vinos célebres en toda el Asia; 5.º *TABRIS*, antigua residencia de los reyes persas.

En los países de *Cabul*, de *Erat* y de los *belutchis*, restos del imperio de los *afghans*, se hallan: 1.º *KANDAHAR*, con 100,000 habitantes; *HERAT*, capital de *Khorasan*, con 80,000 habitantes; 3.º *KELAR*, principal ciudad de los *belutchis*.

Las costas del golfo Pérsico están habitadas por árabes, piratas ó pescadores.

14. **Hoya del Eufrates y del Tigris.**—El *Eufrates* está formado por la reunión de dos cursos de agua paralelos que se reúnen al N. O. de *Arahbir*, desde donde el río formando cataratas separa el *Al-Djezirah*, antigua *Mesopotamia*, de la *Siria*. Corre luego por un magestuoso valle, dejando á su izquierda un inmenso desierto, al N. del cual se hallan las ruinas de la antigua y célebre *PALMIRA* ó *TADMOR*, y baña á *HELLAH*, edificada en el mismo punto en que estuvo la antigua *Babilonia*, y se reúne al *Tigris*, cerca de *CORNAN*.

El *Tigris* (*Dijlet la flecha*), está tambien formado por dos cursos de agua que nacen en el ramal del monte *Tauro*, que llaman *Masius*, que sirve de separación á los dos rios. El del O. pasa por *DIARBEKIR*, gran ciudad, con 60,000 habitantes.

dejando entre sí y el *Eufrates* un ancho y magnífico país llamado *Mesopotamia*, que se cubre desde luego de las ramificaciones del *Tauro* hasta *MOSUL*, situada cerca de *NUMA*, edificada donde fué la antigua *Nínive*, desde donde atraviesa un país llano sin ondulaciones y lleno de desiertos arenosos que baña á *BAGDAD*, con 100,000 habitantes, antigua capital del imperio de los califas.—Algo mas abajo están sembradas las ruinas de *Selencide* y *Ctison*, que casi se confunden con las de *Babilonia*, centro del imperio de los *asirios*, de los *sirios* y de los *árabes*.—Desde *BAGDAD* el *Tigris* está separado del *Eufrates* por una rica y fértil llanura.

La reunión del *Tigris* y del *Eufrates* toma el nombre de *Chat-el-Arab* (río de Arabia), que baña á *BASORA*, ciudad muy comerciante, con 60,000 habitantes; forma un delta de 15 leguas, y desemboca en el golfo Pérsico.

15. **Divisiones políticas.**—Esta hoya forma parte del imperio *OTOMANO*.—Las tribus *KURDAS* son independientes.

16. **Península de Arabia.**—Esta vasta península, limitada por el mar Rojo, el mar de *Oman*, el golfo Pérsico, el *Eufrates*, las montañas de *Siria* y el istmo de *Suez*, es una mesa cuadrada recorrida por cadenas de montañas, llena de desiertos arenosos, sin grandes valles y sin aguas, habitada por tribus independientes nómades ó sedentarias. Las costas son muy fértiles, y algunos cortos valles interiores; pero el clima es en general ardiente y el suelo poco productivo, aunque rico en *café*, *bálsamos* y hermosos *caballos*. Sus habitantes son enérgicos, espirituales y ardientes.

17. **Divisiones de la Arabia.**—La Arabia puede dividirse en seis partes principales: 1.º El *Lahsa*, sobre el golfo Pérsico. Este país es muy cálido ó estéril, mal conocido, y atravesado por el *Aftan*, sobre el cual se halla *LASA*, que es su principal ciudad.—2.º El *Oman*, sobre el golfo Pérsico, que es el país más comerciante de la Arabia, dependiente del iman de *MASCATE*, puerto muy florentino. 3.º El *Hadramaout*, sobre el golfo de *Oman*, país mal conocido, estéril y que hace gran comercio de incienso. 4.º El *Yemen*, sobre el mar Rojo, país fértil, bien poblado y gobernado despóticamente por un iman.—Su capital es *SANAA*, ciudad grande.—Sus puertos son *MOKA*, célebre por su *café*, y *ABEN*, que pertenece á los ingleses.—5.º El *Hedjaz*, sobre el mar Rojo, dependiente del sultán, cuya capital es la *MECA*, célebre por ser patria de *Mahoma*.—Tiene otras varias ciudades; pero la mas notable es *MEDINA* ó la ciudad del Profeta, que tiene por puerto á *YAMBO*. 6.º El *NEDJED* en el interior, subdividido entre tribus independientes, cuyos desiertos recorren los *beduinos*, salteadores, nómades y pastores.

§. VII. **Vertiente del Mediterráneo.**—1. Esta vertiente está formada por la pendiente occidental del *Líbano*, del *Tauro* y del *Cáucaso*, y se compone de la península de la *Anatolia*, con dos orillas de costas sobre el Mediterráneo y el mar Negro. Sus dos extremos son el istmo de *Suez* y el estrecho de *Yenikale*, por los cuales está separada del *Africa* y de la *Europa*.

2. Puede dividirse naturalmente: 1.º en vertiente occidental del *Líbano* ó *Siria*; 2.º en península de *Anatolia*; 3.º en vertiente S. O. del *Cáucaso* ó *Colchide*.

3. **Aspecto general.**—Las mesas de esta vertiente son una pequeña muestra de las centrales. Los valles son profundos y estrechos, y recorridos por pequeños torrentes.—Su clima es cálido, la atmósfera serena, el suelo fértil.

4. **Costas é Islas.**—Las costas son por lo común escarpadas.—Sus islas son: 1.º *Chipre* (Cyprus), cuya capital es Nicosia.—Fue muy floreciente, pero hoy está muy decayida.—2.º *Rodas*, tan célebre en la antigüedad por sus leyes, su civilización y su riqueza, hoy arruinada.—3.º *Susam*, (Samos), isla griega, cristiana é independiente.—4.º *Chio* (Chios), que fué la más civilizada del Archipiélago.—5.º *Melina* (Lesbos), floreciente y poblada.—6.º *Tenedos*, y algunas otras nada importantes.

5. **Vertiente del Líbano ó Siria.**—Esta larga orilla de país entre el Líbano y el Mediterráneo, tan poblada, tan fértil, tan civilizada en la antigüedad, es hoy desierta, bárbara y árida.—Sobre las costas hay algunas pequeñas poblaciones sobre las ruinas de las que fueron famosas ciudades en la antigüedad. Sur, con 2,000 habitantes, es la célebre *Tiro*, reina de los mares y capital de la *Fenicia*.

**Curso de las aguas.**—Solo es algo considerable desde que el *Líbano* se une al *Amannus*.—El más considerable es el *Oronte*, que nace en el envés oriental del *Anti-Líbano*, y corre paralelamente de esta cadena de S. O. á N. O. bañando varias poblaciones, entre ellas *Antakien*, antigua *Antioquia*, metrópoli del Oriente, reducida hoy á 10,000 habitantes de los 600,000 que tuvo en otro tiempo.

Al S. de la Siria, entre los dos Líbanos, se halla la hoya interior del *Jordan*, que compone la mayor parte de la antigua *Palestina ó Judea*.—Este río célebre, esto es, el *Jordan*, nace en el monte *Hermon*, sobre el envés occidental del *Anti-Líbano*, atraviesa el lago *Meron* y el de *Tabarich*, antiguo *Genesarath ó Tiberiades*.—Al O. estaba la *Galilea*, donde se halla el monte *Tabor*, cumbre separada del Líbano. Entre el *Tabor* y el *Carmelo*, próximo á la costa, se halla el valle *Esdrédon*, el más fértil de la Judea, donde se halla *NAZARETH* y otros muchos lugares célebres.

El *Jordan* al salir del lago *Tabarich* continúa su curso al S., dejando al O. todo el país de *Samaria*, en el cual se encuentra *SERASTA*, aldea que reemplaza á *SAMARIA*, antigua capital de Israel, terminando su curso en el lago *Bahar-el-Luth*, *mar Muerto ó lago Asfaltite*.—Este lago tan notable, física é históricamente, está encerrado entre dos murallas negruzcas de dos cadenas ásperas y áridas que le forman una larga hoya abierta en tierras arcillosas, mezcladas de capas de betún, sal y sosa. No alimenta ningún pez, y las márgenes y montañas que le rodean tienen el aspecto de la más espantosa desolación.

Al O. de este lago en el centro (I) de estas montañas se encuentra una hoya árida cerrada por todas partes de cumbres de rocas amarillentas, que sólo se entreabren al levante para permitir la vista del mar Muerto y de las lejanas montañas de la Arabia. En medio de este paisaje de piedras, en el recinto de un muro, se presentan unos tristes restos; unos cipreses esparcidos aquí y allá, matas de aloes

[1]. Chateaubriand.

y de nopal, algunas casuehas árabes semejantes á sepuleros blanquecinos que cubren un montón de ruinas: es la triste *JERUSALEN*.—Esta ciudad célebre, que ocupa lo bajo del monte *Sion*, del *Ara* y del *Calcario* está rodeada de muros y flanqueada por el torrente *Cedron*, que desagua en el mar Muerto, con 20,000 habitantes.—En sus cercanías se encuentra el monte *Olivet*, la aldea de *BETHLEM* y de *BETHANIA* y el valle de *Josafat*.

Otras dos hoyas interiores, pero muy cortas, están situadas al E. del Líbano y próximas al gran desierto: 1.º La del lago *Bohaira* al centro, donde desagua el torrente *Baradi*, que pasa por *DAMASCO*, la más rica y floreciente ciudad de la Siria, con 150,000 habitantes; 2.º La del lago *Kincoin* al N., donde desagua un riachuelo que pasa por *ALEPO*, capital de la Siria, casi arruinada.

6. **Divisiones políticas.**—La Siria forma parte del imperio otomano.

7. **Anatolia.**—Esta península, tan poblada y tan rica en la antigüedad, estaba dividida entonces: 1.º En *Cilicia*, *Panfília*, *Licia*, sobre el Mediterráneo; 2.º *Caria*, *Lidia*, *Misia*, sobre el Archipiélago; 3.º *Bitinia*, *Paflogonia* y *Ponto*, sobre el mar Negro; 4.º *Galacia*, *Frigia* y *Capadocia*, al centro.

**Cosas notables de estas divisiones.**—Siguiendo estas divisiones, que son casi naturales, hallamos:

1.º En la *Cilicia*. Algunos cursos de agua torrentosos, y la ciudad de *TARUS*, floreciente y poblada, con 30,000 habitantes.

2.º En la *Panfília*. El río *Eurimodon*, célebre por la victoria de *Cimon* sobre los persas.

3.º La *Licia* no presenta nada notable.

4.º La *Caria* está cortada en penínsulas que formaban la provincia griega *Dorida*, donde se encuentran algunas poblaciones cortas sobre las ruinas de *Gnido*, *Halicarnaso* y *Miletó*.

5.º La *Lidia*, separada de la *Carsia* por el *Meandro*, cuya costa formaba la provincia griega la *Jonia*. Una miserable aldea reemplaza á *EFESO*.—*ESMIRNA*, buen puerto, emporio del comercio de levante, con 120,000 habitantes, que acaba de sufrir un horroroso incendio, es la principal población de esta comarca.—En ella se halla el arroyuelo *Pactola*, sobre cuyas márgenes está situada *SART* sobre las ruinas de *Sardes*, capital del *Asia Menor*.

6.º En *Misia*, cuya costa se llamaba *Eolia*, se encuentra: *PERGAMO*, aun floreciente.—*POGAR-BACHI*, sobre las ruinas presuntas de *Troya*.

7.º En la *Bitinia* se hallan: *BRUSA*, antigua residencia de los reyes de *Bitinia* y de los sultanes otomanos, con 100,000 habitantes.—*NICEA*, célebre por el concilio de 412.—*SCUTARI* (antigua *Calcedonia*), con 30,000 habitantes, que parece un arrabal de *Constantinopla*.

8. La *Paflogonia* encierra las bocas del *Kisil-Ermak*, el mayor río de la *Anatolia*.

9. En el *Ponto* se halla sobre la costa *TREBIZONDA*, que aunque decayida, posee aun 40,000 habitantes.

10. La *Galacia* y la *Capadocia* se hallan en las hoyas del *Sangarius* y del *Halis*, ríos de la *Anatolia*.

11. La *Frigia* es un país de pequeñas mesas, lagos y desiertos.

8. **Divisiones políticas.**—La *Anatolia* forma parte del IMPERIO OTOMANO.

9. **Vertiente S. O. del Cáucaso ó Colchida.**—Toda esta comarca, tan célebre en la antigüedad, es fértil, pero miserable, y poblada de salteadores que comerciaban con esclavos; se les subdivide en *imerites*, *muigrelianos*, *ircasianos*, etc.—El río principal de esta región es el *Roon*, que atraviesa la *Mingrelia*.

10. Este país pertenece á la Rusia.

§. VIII. **Mesa de los mares Caspio y Aral.**—1. Esta mesa se subdivide en otras dos bien distintas: la del *mar Caspio* y la del *Aral*, que encierran un espacio circular de más de diez mil millas cuadradas, que forma una especie de embudo, cuyo nivel es inferior al del Océano.

2. **Mesa del mar Caspio.**—Sobre el *Cur*, antiguo *Cirus*, se halla *Teflis*, capital de la *Georgia*, cabeza de partido del gobierno Ruso del *Cáucaso*.—El *Aras*, antiguo *Araxes*, su afluente, baña á *Erivan*, capital de la *Armenia rusa*.—Todo el envés meridional del *Cáucaso* está habitado por tribus que están en continua guerra con la Rusia.—La costa occidental está rodeada de desiertos, que recorren las hordas de *turcomanos*, y la septentrional por los *kirghis*.

3. **Mesa del mar de Aral.**—Esta región, que los geógrafos llaman *Tartaria independiente*, está dividida en varios *Khayats* soberanos, de los cuales el más poderoso es el *Bukara*. El país está bastante bien cultivado, y los habitantes se dedican al comercio.

§. IX. **Mesa central ó China.**—1. Inmensa serie de desiertos y llanuras arenosas, donde andan errantes hordas mogoles.—Esta mesa es tributaria del IMPERIO CHINO.

## OCEANIA.

1. A qué se llama Oceania.

§. I. **Ideas generales.**—1. Qué presentan de notable en general las tierras de la Oceania.

§. II. **Islas Asiáticas.**—1. Qué hay de notable en estas islas.

§. III. **Polinesia.**—1. Qué archipiélagos la componen y qué hay de notable en ellos.

§. IV. **Australia.**—Qué islas y archipiélagos la componen y qué hay de notable en ellos.

1. Las grandes y pequeñas islas, en número infinito, que están situadas en el Gran Océano al S. E. del Asia y al S. O. de la América, entre la latitud N. 35° y lat. S. 56° y entre longitud E. 91° y longitud O. 105°, han sido reunidas por los geógrafos en una quinta parte del mundo, que han llamado *Oceania*.—Se divide naturalmente en *Malasia* ó *Islas Asiáticas* al O., *Polinesia* al E. y *Australasia* en el centro.

§. I. **Ideas generales.**—1. Estas tierras, modernamente exploradas,

y que parecen restos de un continente sumergido, pertenecen á dos clases. En la primera están las grandes islas, que son muy elevadas y de constitución granítica ó calcárea, cuyas montañas forman cadenas distintas y encierran un gran número de volcanes.—En la segunda están las pequeñas islas bajas, y formadas de roca de coral.—Todas estas islas presentan en su vegetación las riquezas del Asia meridional, y gozan de las ventajas de la zona tórrida, sin experimentar sus excesivos calores.—Las dos razas principales que las habitan son los *oceánicos negros* y los *oceánicos acitonados*.—Los extranjeros esparcidos en mayor número en la Oceania son los chinos, aunque la potencia dominante de toda esta parte del globo son los holandeses.

§ II. **Islas Asiáticas.**—1.º **Sumatra.**—Grande isla, poco fértil, habitada por pueblos maleses semicivilizados, dividida en varios estados independientes.—Sobre la costa están las posesiones holandesas.

2.º **Java.**—Separada de Sumatra por el estrecho de la *Sonda*.—Sus habitantes son de los más civilizados de la Oceania.—*BATAVIA*, sobre la costa, es el puerto en que dominan los holandeses esta isla.

3.º **Archipiélago de Sumbava.**—Compónese de varias islas situadas en línea continua al E. de Java, cuyos habitantes son inteligentes y civilizados.—*Timor* pertenece á los holandeses y portugueses.

4.º **Borneo.**—Isla grande casi circular, rica en minas de oro y diamantes, habitada por pueblos independientes, exceptuando una pequeña parte de la costa que pertenece á los holandeses.

5.º **Celebes.**—Situada al E. de Borneo, muy fértil y que presenta aspectos pintorescos; pero produce las plantas más venenosas conocidas.—Sus habitantes son valientes y civilizados.

6.º **Archipiélago de las Molucas.**—Situadas al E. de las Celebes: son cálidas y sujetas á temblores continuos de tierra.—Las más importantes son: 1.º *Amboina*, centro del cultivo del *clavo*; 2.º *Banda*, centro del cultivo de la *nuz moscada*.—Parte de este archipiélago pertenece á los holandeses.

7.º **Archipiélago de las Filipinas.**—Compónese de un millar de islas muy montuosas, llenas de volcanes y sujetas á temblores de tierra.—La más considerable es *Luzon*, cuya capital es *MANILA*, ciudad grande, hermosa y fuerte, situada en el fondo de una vasta bahía, con 40,000 habitantes, que pertenece á España, aunque hay en la isla algunas poblaciones salvajes independientes.—La segunda en tamaño es *Mindanao*, cuya capital es *SAMBOANAN*, y pertenece también á España.—Nuestras posesiones de las Filipinas son muy importantes por su posición admirable entre la China, la América y la Nueva Holanda, con las cuales hacen un comercio muy activo: están en un estado floreciente, y han contribuido mucho á la civilización de los indígenas.

§. III. **Polinesia.**—1.º **Archipiélago de los Pelew.**—Islas pobladas de tribus salvajes.

2.º **Archipiélago de las Marianas.**—Pertenecen á España.—La mayor isla es *Guahan*, cuya capital es *AGANA*, residencia del gobierno.

11. La *Frigia* es un país de pequeñas mesas, lagos y desiertos.

8. **Divisiones políticas.**—La *Anatolia* forma parte del IMPERIO OTOMANO.

9. **Vertiente S. O. del Cáucaso ó Colchida.**—Toda esta comarca, tan célebre en la antigüedad, es fértil, pero miserable, y poblada de salteadores que comerciaban con esclavos; se les subdivide en *imerites*, *muigrelianos*, *ircasianos*, etc.—El río principal de esta región es el *Roon*, que atraviesa la *Mingrelia*.

10. Este país pertenece á la Rusia.

§. VIII. **Mesa de los mares Caspio y Aral.**—1. Esta mesa se subdivide en otras dos bien distintas: la del *mar Caspio* y la del *Aral*, que encierran un espacio circular de más de diez mil millas cuadradas, que forma una especie de embudo, cuyo nivel es inferior al del Océano.

2. **Mesa del mar Caspio.**—Sobre el *Cur*, antiguo *Cirus*, se halla *Teflis*, capital de la *Georgia*, cabeza de partido del gobierno Ruso del *Cáucaso*.—El *Aras*, antiguo *Araxes*, su afluente, baña á *Erivan*, capital de la *Armenia rusa*.—Todo el envés meridional del *Cáucaso* está habitado por tribus que están en continua guerra con la Rusia.—La costa occidental está rodeada de desiertos, que recorren las hordas de *turcomanos*, y la septentrional por los *kirghis*.

3. **Mesa del mar de Aral.**—Esta región, que los geógrafos llaman *Tartaria independiente*, está dividida en varios *Khayats* soberanos, de los cuales el más poderoso es el *Bukara*. El país está bastante bien cultivado, y los habitantes se dedican al comercio.

§. IX. **Mesa central ó China.**—1. Inmensa serie de desiertos y llanuras arenosas, donde andan errantes hordas mogoles.—Esta mesa es tributaria del IMPERIO CHINO.

## OCEANIA.

1. A qué se llama Oceania.

§. I. **Ideas generales.**—1. Qué presentan de notable en general las tierras de la Oceania.

§. II. **Islas Asiáticas.**—1. Qué hay de notable en estas islas.

§. III. **Polinesia.**—1. Qué archipiélagos la componen y qué hay de notable en ellos.

§. IV. **Australia.**—Qué islas y archipiélagos la componen y qué hay de notable en ellos.

1. Las grandes y pequeñas islas, en número infinito, que están situadas en el Gran Océano al S. E. del Asia y al S. O. de la América, entre la latitud N. 35° y lat. S. 56° y entre longitud E. 91° y longitud O. 105°, han sido reunidas por los geógrafos en una quinta parte del mundo, que han llamado *Oceania*.—Se divide naturalmente en *Malasia* ó *Islas Asiáticas* al O., *Polinesia* al E. y *Australasia* en el centro.

§. I. **Ideas generales.**—1. Estas tierras, modernamente exploradas,

y que parecen restos de un continente sumergido, pertenecen á dos clases. En la primera están las grandes islas, que son muy elevadas y de constitución granítica ó calcárea, cuyas montañas forman cadenas distintas y encierran un gran número de volcanes.—En la segunda están las pequeñas islas bajas, y formadas de roca de coral.—Todas estas islas presentan en su vegetación las riquezas del Asia meridional, y gozan de las ventajas de la zona tórrida, sin experimentar sus excesivos calores.—Las dos razas principales que las habitan son los *oceánicos negros* y los *oceánicos acitonados*.—Los extranjeros esparcidos en mayor número en la Oceania son los chinos, aunque la potencia dominante de toda esta parte del globo son los holandeses.

§ II. **Islas Asiáticas.**—1.º **Sumatra.**—Grande isla, poco fértil, habitada por pueblos maleses semicivilizados, dividida en varios estados independientes.—Sobre la costa están las posesiones holandesas.

2.º **Java.**—Separada de Sumatra por el estrecho de la *Sonda*.—Sus habitantes son de los más civilizados de la Oceania.—*BATAVIA*, sobre la costa, es el puerto en que dominan los holandeses esta isla.

3.º **Archipiélago de Sumbava.**—Compónese de varias islas situadas en línea continua al E. de Java, cuyos habitantes son inteligentes y civilizados.—*Timor* pertenece á los holandeses y portugueses.

4.º **Borneo.**—Isla grande casi circular, rica en minas de oro y diamantes, habitada por pueblos independientes, exceptuando una pequeña parte de la costa que pertenece á los holandeses.

5.º **Celebes.**—Situada al E. de Borneo, muy fértil y que presenta aspectos pintorescos; pero produce las plantas más venenosas conocidas.—Sus habitantes son valientes y civilizados.

6.º **Archipiélago de las Molucas.**—Situadas al E. de las Celebes: son cálidas y sujetas á temblores continuos de tierra.—Las más importantes son: 1.º *Amboina*, centro del cultivo del *clavo*; 2.º *Banda*, centro del cultivo de la *nuz moscada*.—Parte de este archipiélago pertenece á los holandeses.

7.º **Archipiélago de las Filipinas.**—Compónese de un millar de islas muy montuosas, llenas de volcanes y sujetas á temblores de tierra.—La más considerable es *Luzon*, cuya capital es *MANILA*, ciudad grande, hermosa y fuerte, situada en el fondo de una vasta bahía, con 40,000 habitantes, que pertenece á España, aunque hay en la isla algunas poblaciones salvajes independientes.—La segunda en tamaño es *Mindanao*, cuya capital es *SAMBOANAN*, y pertenece también á España.—Nuestras posesiones de las Filipinas son muy importantes por su posición admirable entre la China, la América y la Nueva Holanda, con las cuales hacen un comercio muy activo: están en un estado floreciente, y han contribuido mucho á la civilización de los indígenas.

§. III. **Polinesia.**—1.º **Archipiélago de los Pelew.**—Islas pobladas de tribus salvajes.

2.º **Archipiélago de las Marianas.**—Pertenecen á España.—La mayor isla es *Guahan*, cuya capital es *AGANA*, residencia del gobierno.

- 3.º **Archipiélago de las Carolinas.**—Forma una larga cinta de islas del O. al E. con una población salvaje.
- 4.º **Archipiélago de las Mulgraves.**—Islas bajas pobladas de salvajes.
- 5.º **Archipiélago Sandwich.**—Grupo de islas el mas aislado de la Polinesia, cuyos habitantes son industrioses y de carácter dulce.
- 6.º **Archipiélago de las islas bajas.**—El grupo mas célebre es el de *Taiti*, cuyos habitantes viven en sociedad regular y acabau de ser convertidos y civilizados por los ingleses.
- 7.º **Archipiélago de los Navegantes.**—Poblado de salvajes navegantes é industrioses, aunque algunos son antropófagos.
- 8.º **Archipiélago de Tonga ó de los Amigos.**—Poblado tambien de salvajes diestros y de costumbres suaves, aunque algunos son antropófagos.
- 9.º **Archipiélago de Tidji.**—Poblado de salvajes feroces.
- §. IV. **Australia.**—1.º **Nueva Zelanda.**—Compuesta de dos grandes islas fértiles y que gozan de clima europeo, separadas por el estrecho de *Cook*.—Sus habitantes son salvajes y antropófagos.
- 2.º **Nueva Caledonia y Nuevas Hebrides.**—Archipiélagos habitados por guerreros negros y antropófagos.
- 3.º **Archipiélago de la Reina Carlota é islas de Salomon.**—Volcánicas y habitadas por negros salvajes.
- 4.º **Nueva-Bretaña, Nueva-Irlanda, Luisiada etc.**—Habitadas por negros menos feroces.
- 5.º **Nueva-Guinea ó tierra de los Papuas.**—Isla grande, montuosa y fértil, habitada por negros salvajes.
- 6.º **Nueva-Holanda.**—La mayor isla del globo. Presenta vegetales y animales que le son propios, y nada en ella distingue al hombre del bruto, exceptuando la palabra.
- 7.º **Diemen.**—Al S. y separada de la Nueva-Holanda por el estrecho de *Bass*, habitada por los negros que mas se asemejan á los brutos.

## AFRICA.

1. Qué es el Africa.—2. Entre qué grados está comprendida.—3. Cuántos y cuales son los recipientes de sus aguas.
- §. I. **Division de los mares.**—1. Qué mares comprende el Africa.
- §. II. **Division de las tierras.**—1. De qué manera puede dividirse naturalmente el Africa.—2. Qué puede decirse en general del Africa.
- §. III. **Historia de la geografia del Africa.**—1. Cuál es el pais mas notable del Africa.—2. Dónde estuvo situada Cartago.—3. Y las colonias griegas de la Cirnaica.—4. Cuáles fueron las posesiones romanas en Africa.—5. Dónde dominaron los vándalos.—6. Qué estados fundaron los arabes y los moros en España.—7. Dónde fundaron

los portugueses, franceses y holandeses sus colonias de Africa.—8. Por qué razas está habitada el Africa.—9. Qué religion profesan los africanos.—10. Cuántos habitantes cuenta el Africa.

§. IV. **Hoya del Nilo.**—1. Por qué está formada esta hoya.—2. Qué aspecto presenta este pais.—3. Qué se encuentra de notable en el curso del rio.—4. Qué presentan digno de atención sus afluentes.—5. Y la costa del mar Rojo.—6. Qué estados políticos comprende la hoya del Nilo.

§. V. **Vertiente septentrional del Atlas.**—1. Descripción del Atlas.—2. Qué aspecto presenta.—3. En cuántas partes se divide esta vertiente.—4. Desierto de *Barcah*.—5. Regencia de *Tripoli*.—6. Regencia de *Tánez*.—7. *Argelia*.—8. Imperio de *Marruecos*.

§. VI. **Sahara.**—1. Descripción de este pais.

§. VII. **Hoyas de la Saugambia.**—1. Por qué rios están formadas.—2. Quiénes son los dominadores de estos paises.

§. VIII. **Hoya del Niger.**—1. Descripción de este pais.

§. IX. **Hoya del lago Tchad.**—1. Reseña de este pais.

§. X. **Africa meridional.—Vertiente del oceano Atlántico.**—1. Descripción de este pais.

§. XI. **Africa meridional.—Vertiente del oceano Indico.**—1. Descripción de este pais.

§. XII. **Islas del Africa.**—1. Describir las del mar de las Indias.—2. Describir las del oceano Atlántico.

1. El *Africa* es una gran península triangular, limitada al N. por el Mediterráneo, al E. por el istmo de Suez, el mar Rojo y el de las Indias, al O. por el Oceano Atlántico, y al S. por el oceano Austral.

2. Está comprendida entre la lat. S. 35º al cabo de las Agujas y lat. N. 38º al cabo Bon, y entre la long. O. 19º al cabo Verde y long. E. 48º al cabo de Guardafui.

3. Sus aguas corrientes tienen tres recipientes: *Mar de las Indias, oceano Atlántico y Mediterráneo.*

§ I. **Division de los mares.** 1. *Mar de las Indias.* Forma por el estrecho de Bab-el-Mandeb el golfo *Arábigo ó mar Rojo*, y el canal de *Mozambique* entre la isla de *Madagascar* y el continente. Cabos: *Calmez, Ras-hir, Guardafui, Delgado, Corrientes.*—Islas: *Socotora, Sechelles, Bourbon, Mauricia y Madagascar.*—Recibe el rio *Zambeze.*

2.º *Oceano Atlántico.*—Forma el golfo llamado de *Guinea.*—Sus principales cabos son: *Buena-Esperanza, Negro, Verde, Blanco, Bojador, y Espartel.*—Islas principales: *Santa-Elena, Ascension, Cabo Verde, Canarias y Madera.*—Rios: *Coanza, Zaire, Niger, Gambia, Senegal.*

3.º *Mediterráneo.*—Forma los golfos de *Gabes y Sidra*; no tiene islas, y solo recibe al rio *Nilo.*

§ II. **Division de las tierras.**—La geografia de esta parte del mundo es desconocida, y solo por analogía se cree que la península africana está compuesta de una mesa única que se descompone en otras dos: la del N., de forma elíptica, y la del S. de forma triangular.—La primera puede dividirse: 1.º en ho-

- 3.º **Archipiélago de las Carolinas.**—Forma una larga cinta de islas del O. al E. con una población salvaje.
- 4.º **Archipiélago de las Mulgraves.**—Islas bajas pobladas de salvajes.
- 5.º **Archipiélago Sandwich.**—Grupo de islas el mas aislado de la Polinesia, cuyos habitantes son industrioses y de carácter dulce.
- 6.º **Archipiélago de las islas bajas.**—El grupo mas célebre es el de *Taiti*, cuyos habitantes viven en sociedad regular y acabau de ser convertidos y civilizados por los ingleses.
- 7.º **Archipiélago de los Navegantes.**—Poblado de salvajes navegantes é industrioses, aunque algunos son antropófagos.
- 8.º **Archipiélago de Tonga ó de los Amigos.**—Poblado tambien de salvajes diestros y de costumbres suaves, aunque algunos son antropófagos.
- 9.º **Archipiélago de Tidji.**—Poblado de salvajes feroces.
- §. IV. **Australia.**—1.º **Nueva Zelanda.**—Compuesta de dos grandes islas fértiles y que gozan de clima europeo, separadas por el estrecho de *Cook*.—Sus habitantes son salvajes y antropófagos.
- 2.º **Nueva Caledonia y Nuevas Hebrides.**—Archipiélagos habitados por guerreros negros y antropófagos.
- 3.º **Archipiélago de la Reina Carlota é islas de Salomon.**—Volcánicas y habitadas por negros salvajes.
- 4.º **Nueva-Bretaña, Nueva-Irlanda, Luisiada etc.**—Habitadas por negros menos feroces.
- 5.º **Nueva-Guinea ó tierra de los Papuas.**—Isla grande, montuosa y fértil, habitada por negros salvajes.
- 6.º **Nueva-Holanda.**—La mayor isla del globo. Presenta vegetales y animales que le son propios, y nada en ella distingue al hombre del bruto, exceptuando la palabra.
- 7.º **Diemen.**—Al S. y separada de la Nueva-Holanda por el estrecho de *Bass*, habitada por los negros que mas se asemejan á los brutos.

## AFRICA.

1. Qué es el Africa.—2. Entre qué grados está comprendida.—3. Cuántos y cuales son los recipientes de sus aguas.
- §. I. **Division de los mares.**—1. Qué mares comprende el Africa.
- §. II. **Division de las tierras.**—1. De qué manera puede dividirse naturalmente el Africa.—2. Qué puede decirse en general del Africa.
- §. III. **Historia de la geografia del Africa.**—1. Cuál es el pais mas notable del Africa.—2. Dónde estuvo situada Cartago.—3. Y las colonias griegas de la Cirnaica.—4. Cuáles fueron las posesiones romanas en Africa.—5. Dónde dominaron los vándalos.—6. Qué estados fundaron los arabes y los moros en España.—7. Dónde fundaron

los portugueses, franceses y holandeses sus colonias de Africa.—8. Por qué razas está habitada el Africa.—9. Qué religion profesan los africanos.—10. Cuántos habitantes cuenta el Africa.

§. IV. **Hoya del Nilo.**—1. Por qué está formada esta hoya.—2. Qué aspecto presenta este pais.—3. Qué se encuentra de notable en el curso del rio.—4. Qué presentan digno de atención sus afluentes.—5. Y la costa del mar Rojo.—6. Qué estados políticos comprende la hoya del Nilo.

§. V. **Vertiente septentrional del Atlas.**—1. Descripción del Atlas.—2. Qué aspecto presenta.—3. En cuántas partes se divide esta vertiente.—4. Desierto de *Barcah*.—5. Regencia de *Tripoli*.—6. Regencia de *Tánez*.—7. *Argelia*.—8. Imperio de *Marruecos*.

§. VI. **Sahara.**—1. Descripción de este pais.

§. VII. **Hoyas de la Saugambia.**—1. Por qué rios están formadas.—2. Quiénes son los dominadores de estos paises.

§. VIII. **Hoya del Niger.**—1. Descripción de este pais.

§. IX. **Hoya del lago Tchad.**—1. Reseña de este pais.

§. X. **Africa meridional.—Vertiente del oceano Atlántico.**—1. Descripción de este pais.

§. XI. **Africa meridional.—Vertiente del oceano Indico.**—1. Descripción de este pais.

§. XII. **Islas del Africa.**—1. Describir las del mar de las Indias.—2. Describir las del oceano Atlántico.

1. El *Africa* es una gran península triangular, limitada al N. por el Mediterráneo, al E. por el istmo de *Suez*, el mar Rojo y el de las Indias, al O. por el Oceano Atlántico, y al S. por el oceano Austral.

2. Está comprendida entre la lat. S. 35º al cabo de las Agujas y lat. N. 38º al cabo *Bon*, y entre la long. O. 19º al cabo *Verde* y long. E. 48º al cabo de *Guardafui*.

3. Sus aguas corrientes tienen tres recipientes: *Mar de las Indias, oceano Atlántico* y *Mediterráneo*.

§ I. **Division de los mares.** 1. *Mar de las Indias.* Forma por el estrecho de *Bab-el-Mandeb* el *golfo Arábigo* ó *mar Rojo*, y el canal de *Mozambique* entre la isla de *Madagascar* y el continente. Cabos: *Calmez, Ras-hir, Guardafui, Delgado, Corrientes.*—Islas: *Socotora, Sechelles, Bourbon, Mauricia y Madagascar.*—Recibe el rio *Zambeze*.

2.º *Oceano Atlántico.*—Forma el golfo llamado de *Guinea.*—Sus principales cabos son: *Buena-Esperanza, Negro, Verde, Blanco, Bojador, y Espartel.*—Islas principales: *Santa-Elena, Ascension, Cabo Verde, Canarias y Madera.*—Rios: *Coanza, Zaire, Niger, Gambia, Senegal.*

3.º *Mediterráneo.*—Forma los golfos de *Gabes y Sidra*; no tiene islas, y solo recibe al rio *Nilo*.

§ II. **Division de las tierras.**—La geografia de esta parte del mundo es desconocida, y solo por analogía se cree que la península africana está compuesta de una mesa única que se descompone en otras dos: la del N., de forma elíptica, y la del S. de forma triangular.—La primera puede dividirse: 1.º en ho-

ya del Nilo; 2.º vertiente septentrional del Atlas; 3.º Sahara; 4.º Hoyas de la Senagambia; 5.º Hoya del Níger; 6.º Hoya del lago Tchad.—La segunda puede descomponerse: 1.º en vertiente del océano Atlántico; 2.º vertiente de la mar de las Indias.

2. La triste uniformidad, vastas mesetas, llanuras de arena, pocos ríos, que muchos se pierden en las tierras, espantosos desiertos; la esterilidad y la fecundidad extremas, dándose, por decirlo así, la mano; vegetales y animales gigantes, un clima ardiente y abrasador, feroces y salvajes habitantes; tal es el África.

§ III. **Historia de la geografía de África.** 1. Entre la gran extensión de terreno que compone el África, hay una región privilegiada que fué la cuna de la civilización, esta región es la *hoya del Nilo*. Efectivamente, á ella pertenece el Egipto, que intentó descubrir y civilizar el resto del África; pero que conquistado por los persas perdió su independencia, y signó una marcha retrógrada en que parece comienza á detenerse.

2. A la otra estremidad del litoral del Mediterráneo una colonia de fenicios fundó á *Cartago*.

3. Sobre las costas de la *Libia* se fundaron las colonias griegas á la *Cirinaica*.

4. Toda el África formó parte del imperio romano.—Sus posesiones eran: 1.º Egipto; 2.º *Marmarica* ó *Cirinaica*; 3.º *África propia*; 4.º *Numidia*; 5.º *Mauritania*.—La *Nubia* y la *Etiopía* permanecieron independientes.

5. Los vándalos dominaron por algún tiempo en la vertiente del Atlas.

6. Los árabes fundaron luego en esta misma vertiente dos monarquías. Tuviron origen luego entre otros los reinos de *Marruecos*, *Tlemcen* y *Túnez*.—Los moros de España dieron también origen á los Estados de *Trípoli*, *Túnez* y *Argel*.

7. Los portugueses fundaron colonias en el *Congo* y en el *Zanguebar*, los franceses en la *Senagambia* y los holandeses en el cabo de *Buena-Esperanza*.

8. El África está habitada por razas muy numerosas y muy poco conocidas.

9. La mayor parte de los habitantes profesan el fetichismo.—El mahometismo es seguido en la hoya inferior del Nilo, en la vertiente del Atlas, en la *Senagambia* etc.—El cristianismo es la religión de las colonias europeas y de la *Abisinia*.

10. El África cuenta 60.000.000 de habitantes.

§ IV. **Hoya del Nilo.** 1. Esta hoya está formada por la vertiente occidental de las montañas del *Golfo Árabe* y de la *Abisinia*; por la vertiente meridional de las montañas de la *Luna*; por la vertiente oriental de las montañas del *Darfur* y de las alturas desconocidas de la *Nubia* y de la *Libia*. Dirección general de N. á S.: longitud 600 leguas. Mayor anchura 350 leguas.—Comprende en esta hoya la costa occidental del *mar Rojo*.

2. **Aspecto general del país.** Esta hoya es única en la naturaleza, como lo es en la historia. Debe su gran fertilidad y sus recuerdos á su río.—Divídese en dos partes distintas; la hoya superior, ancha mesa inclinada al N. O. y formando al S. E. un país abundante en manantiales, rodeado por hermosos valles y altas montañas, y rodeado al O. por una serie de desiertos.—La hoya inferior es un largo y estrecho valle, que presenta en invierno el aspecto de un delicioso jar-

dín, en verano una serie monótona de llanuras secas ó inundadas, abrasadas por el sol ó agitadas por los vientos.

3. **Curso del río.** El *Nilo* parece nace en las montañas de la *Luna* bajo el nombre de *Bahr-el-Abiact* (río Blanco), corre del O. al E., bañando un país poco conocido y habitado por negros guerreros mahometanos. Vuelve luego al N., y atraviesa el *Kordofan*, comarca del desierto y casi habitada también por negros semicivilizados y árabes comerciantes.—De aquí pasa al *Sennar*, reino un día muy floreciente.—Baña á *Alfai*, capital de un país vasallo del virey de Egipto; el país de *Chendy*, tributario del mismo soberano, que compuso en los antiguos tiempos el estado teocrático de *Meróé*.—Atraviesa luego el país de *Damer*, dominado por sacerdotes mahometanos; el de *Chaykie*, habitado por árabes belicosos; el *Dongola*, país salvaje, y el de *Barabras*, donde se encuentran ruinas de templos magníficos.

El *Nilo* salva su sexta catarata cerca de las islas *Filé* y *Elefantina*, y entra en el *Egipto* en *Asuán* (antigua *Siena*), puesto avanzado donde se amontonan las ruinas de los Faraones, de los romanos y de los árabes, y donde comienzan las inundaciones del río.—Desde *Asuán* al *Cairo*, el valle del *Nilo* solo tiene unas tres leguas de ancho y á veces menos; de las dos cadenas de montañas que le limitan, la una se extiende hacia el mar Rojo, presentando el aspecto de un acantilado cortado á pico; la otra se pierde en los desiertos de la *Libia*, y es accesible por un talud mas ó menos inclinado.—Desde *Siena* á *Antinópolis* las rocas de la orilla derecha están abiertas de grutas naturales muy numerosas, y al E. se extienden los desiertos arenosos hasta el *mar Rojo*; este lugar agreste es la *Tebaida* de los solitarios del siglo IV.—Desde *Asuán* el río baña algunas ruinas ó aldeas situadas sobre lugares célebres, como las miserables aldeas que están donde fué la antigua y opulenta *Tebas*, y por las ruinas de *Tolemaida*, capital del alto Egipto.—Aquí las alturas de la orilla izquierda comienzan á alejarse hacia el O., por manera que entre ellas y el valle cultivado se halla un espacio desierto que va siempre ensanchándose hasta que concluye por confundirse con los mares de arena del interior.—El *Nilo* baña algunas poblaciones que solo son importantes porque ocupan el lugar de otras antiguas y famosas.—Entre dos de estas recibe un canal que lleva las aguas al famoso lago *Meris* (hoy *Birket-el-Keroun*).—El río baña en seguida una pequeña aldea situada sobre las ruinas de la antigua *Ménfis* y atraviesa el *Cairo* (el *Kahirat*), actual capital del Egipto, ciudad grande, con una ciudadela dominada por el monte *Mogatan*, con 350,000 habitantes.—*Bulac*, ciudad industrial, considerada como el puerto del *Cairo* *Beizeh*, donde están las célebres *pirámides*.—Mas abajo de esta ciudad el *Nilo* se divide en varios brazos, por los cuales entra en el *Mediterráneo*: los principales son; el de *Rogetta* al O., y el de *Dameta* al E. El río país que estos brazos encierran es lo que se llama el *Delta*.—En él se hallan las ruinas de *Sais* y de *Heliópolis*.—Las principales lagunas donde terminan estos brazos son: 1.º el lago *Mariut*, antiguo *Marcotis*. Sobre la lengua de tierra arenosa que separa este brazo de la mar, y que no es otra que la antigua mole que unía la isla de *Paros* al continente, está situada *Aleandria*, fundada por *Alejandro*, capital del Egipto en tiempo de los *Ptolomeos*, la primera ciudad comerciante

del mundo durante seis siglos, poblada entonces con 700,000 habitantes, reducida hoy á una plaza fuerte, con dos pequeños puertos, su arsenal y 25,000 habitantes.—La ciudad moderna está al N. de la antigua, que no es mas que una mezcla de ruinas, jardines y aldeas. 2.º El lago *Abukir*. 3.º El *Edku*. 4.º El *Burlés*, lleno de islotes habitados por pescaderes salvajes. 5.º El *Menzateh*, donde se hallan las ruinas de *PELUSA* y de *TANIS*.

La creciente del Nilo comienza en el solsticio de verano.—Su mayor altura es en el equinoccio de otoño, y su menor altura en el solsticio de invierno.

2. **Afluentes.** El Nilo solo tiene afluentes en su hoya superior, y aun en ella solo los de la derecha son de alguna importancia.

1.º El *Bahr-el-Azrel* ó río *Azul*, que nace en las montañas de *Godjam*, atraviesa el lago *Dembah*, cuyos márgenes gozan de una eterna primavera; sirve de límite al reino de *Abisinia*, de *Gondar* y á los estados salvajes de *Gallas*, y baña á *SENSAAR*, capital de la *Alta Nubia*.

2.º El *Tacazzé* ó *Atharah* nace en las montañas de *Lasta*, atraviesa el terrado de *Tigré*, el país mas interesante de la *Abisinia*, baja al *Malaga*, país de selvas y cenagales, y uno de los mas fértiles y mas mal sanos del globo, poblado por los *siamgallas* (*Trogoditas*), salvajes que habitan los bosques y las cavernas.—Desde aquí el *Tacazzé* penetra en las llanuras habitadas por las hordas árabes, dejando á su izquierda la region llamada por los antiguos *ista de Merot*, que está comprendida entre el *Nilo Blanco*, el *Tacazzé* y el *Nilo Azul*.

3. **Costa del mar Rojo.**—Presenta únicamente gargantas escarpadas, arenales áridos y acantilados. La parte de la *Abisinia* es la que tiene los desfiladeros. La parte de *Nubia* está habitada por árabes nómades.—La parte de *Egipto* presenta algunas ruinas eflebres.

4. **Divisiones políticas.**—1.º El *HABESCH* ó *ABISINIA*, antigua *Etiopia*, que formaba un grande imperio, que ocupaba la mesa S. E. de la hoya superior del Nilo, rodeada por todas partes de montañas muy elevadas. Este país goza de una temperatura moderada y de una vegetacion lozana: está habitado por hombres fuertes, inteligentes y belicosos, que profesan el cristianismo.—2.º La *NUBIA*, país de llanuras y desiertos, habitado por negros poco belicosos é idólatras, que forman varios estados sujetos al vírey de *Egipto*.—3.º El *EGIPTO*, que forma hoy un estado de hecho independiente y civilizado bajo el pachá *Mohammed*.—Un gran número de razas habitan el *Egipto*; las principales son: los *coptos*, que descienden probablemente de los antiguos habitantes; 2.º Los *árabes*, que forman la mayor parte de la poblacion; 3.º los *turcos*, *mamelucos*, *albanos* &c.

§. V. **Vertiente septentrional del Atlas.**—1. El Atlas se compone, como todas las cordilleras del Africa, de varias cadenas paralelas á la costa, lo que les da un aspecto de grupos aislados.—El Atlas tiene tres cadenas principales paralelas.—La primera ó *Gran Atlas*, que forma la cresta de la pendiente. El *Atlas medio* ó *Atlas* propiamente dicho, comienza en el golfo de *Túnez* y concluye en el estrecho de *Gibraltar*. La tercer cadena se llama *pequeño Atlas*, y es un apéndice de la segunda.

2. **Aspecto.**—La vertiente presenta dos partes bien distintas. La del E. se compone de grandes desiertos de arena, con algunas porciones fértiles en las costas. La del O., surcada por montañas y ríos numerosos, es uno de los mas hermosos países del globo.

3. La vertiente del Atlas se divide en cinco partes políticas, cuyos límites son bastante naturales: 1.º *Desierto de Barcah*; 2.º *regencia de Trípoli*; 3.º *regencia de Túnez*; 4.º *Argelia*; 5.º *imperio de Marruecos*.

4. **Desierto de Barcah.**—Este país obedece á dos beyes, que dependen del bey de *Trípoli*. El de *Dernah*, posee el país llamado antiguamente *Cirinaica*, colonia griega, célebre por sus grandes ciudades y monumentos. El bey de *Bengari* domina el interior.

5. **Regencia de Trípoli.**—Es un país sin aguas, ardiente, poco fértil y mal sano.—La principal ciudad es *TÍROI*.—Este estado está gobernado por un bey.

6. **Regencia de Túnez.**—Es un país estéril, montuoso y desierto hácia el medio; pero la costa es rica, poblada y bien cultivada.—Este estado es bastante civilizado.—El bey es vasallo nominal del imperio otomano.—*Túnez*, situada en el fondo de la laguna de su nombre, es la principal ciudad y capital del estado, industriosa y comerciante, con un buen puerto y 50,000 habitantes.—Cerca de esta ciudad estaba situada la antigua *CARTAGO*, rival de *Roma*.

7. **Argelia.**—Este país fértil, que fué en otro tiempo el granero del imperio romano, está hoy mal cultivado y poblado; tiene un clima cálido, poco variable, y frecuentemente poco sano. Las llanuras son arenosas y salinas, y las montañas están cubiertas de olivos.—Los ríos son pequeños, torrentosos. Las costas son generalmente escarpadas y con muy malos puertos.—La principal ciudad es *ARGEL*, cabeza de partido de las posesiones francesas en Africa, con 30,000 habitantes, de los cuales 10,000 son europeos.—Esta ciudad está situada en anfiteatro sobre el flanco oriental de un macizo, compuesto de colinas regulares, que forma una especie de península montañosa, casi circular. Este macizo está surcado de arroyuelos y valles fértiles muy pintorescos.—La poblacion de toda la *Argelia* ascenderá á unos dos millones de habitantes, que pertenecen á una de las cinco razas siguientes: 1.º *Berberes*, habitantes primitivos del país, descendientes de los antiguos numidas, cuyas costumbres conservan, pues son belicosos, amantes de su independencia, inteligentes, sobrios, péfidos, sanguinarios é idólatras; 2.º los *árabes*, descendientes de los antiguos conquistadores de la *Mauritania*, agricultores y sedentarios, aunque algunos son nómades; 3.º los *moros*, descendientes de los mauritanos, mezclados con los romanos, vándalos &c., que son los que habitan las ciudades, poseen el suelo, y hacen algun comercio; 4.º los *judíos*; 5.º los *negros*, que son esclavos; 6.º los *turcos*, últimos amos de *Argel*, valientes, indolentes y crueles; 7.º los *franceses*, que son los actuales dominadores del país.

8. **Imperio de Marruecos.**—Este vasto país, colocado en una posición muy favorable, es fértil, con clima templado, pero enteramente bárbaro.—Este imperio por su gobierno irregular y despótico, es de una entera nulidad política.

La costa del Mediterráneo está muy poco poblada. Encuéntrase en ella: MELILLA, pequeña plaza, bien fortificada, situada en frente de Almería.—ALUCEMAS, fortaleza situada sobre una roca.—PEÑON DE VELEZ DE LA GOMERA, fortaleza considerable sobre un islote en frente de Málaga.—CEUTA, ciudad pequeña, muy fuerte, frente á Gibraltar.—Estas cuatro plazas pertenecen á España.

La costa del Océano no presenta un aspecto mas floreciente.

Los rios son pequeños, y no presentan nada notable.—De ellos el *Sebus* pasa cerca de Fez, la segunda ciudad del estado, con 30,000 habitantes.—MARRUECOS, capital del imperio con 40,000 habitantes, está situada cerca del río *Tensif*.

§. VI. **Sahara.**—1. Esta mesa inmensa y poco elevada forma un vasto desierto, cubierto de arenas movedizas, sembrado de colinas áridas, sin aguas, sin vegetacion, y vorado por un sol abrasador y por el terrible y ardiente viento llamado *Simoun*. La vertiente meridional del Atlas, llamada por los árabes BELIZ-EL-DJERID [*país de las palmas*], presenta algunos puntos habitables y algo cultivados. Allí se encuentran los estados bárbaros y desconocidos de DERAH, TAFILETE y SEDJELM, tribus de Marruecos; los de ZAR y WARGALA, QUADAMES y FEZ-ZAN.—Este último es un grande oasis, abundante en frutos, aunque privado de agua y devorado por un calor intolerable.—Está habitado por 70,000 negros musulmanes que trafican en esclavos.

§. VII. **Hoyas de la Senegambia.**—Estas hoyas están formadas por los rios: 1.º *Senegal*; 2.º *Gambia*; 3.º *Río Grande*; 4.º *Sierra-Leona*; 5.º *Mesurado*.—El país comprendido en estas hoyas, y que se llama *Senegambia*, es montuoso y experimenta los calores mas fuertes del globo: las lluvias son muy frecuentes y abundantes, y la humedad que engendran unida al excesivo calor (de 36º á 44º) hacen este clima funesto á los europeos; pero da un vigor extraordinario á la vegetacion.—Así se ven allí selvas de árboles gigantescos, de los cuales el mas notable es el *baobab*.—Plantas alimenticias y aromáticas, la caña dulce, el tabaco &c., crecen tambien en este suelo con abundancia. Los animales feroces son tambien muy abundantes.

2. Dos naciones notables, divididas en una multitud de estados independientes, se dividen el país: 1.º Los *fulas* habitan hasta el S. del Senegal, viven en pequeñas ciudades, y tienen costumbres suaves y hospitalarias. 2.º Los *mandingos*, que viven en el resto del país, y son comerciantes industriosos.—En la desembocadura de *Sierra-Leona* se halla SIERRA-LEONA, colonia inglesa, destinada á civilizar el Africa por medio de los africanos libres. A la desembocadura del *Mesurado* se halla tambien LIBERIA, colonia anglo-americana, destinada al mismo objeto.

§ VIII. **Hoya del Niger.** 1. Ciñenla al N. el Sahara, al O. las montañas de la Senegambia, al S. O. los montes *Kong* y quizá al S. E. las montañas de la Luna.—Esta hoya, tan poco conocida, es notable por su posicion central, y por el papel importante que está destinada á desempeñar en la civilizacion del Africa.

El *Niger* baña en su curso varios países, como los de *Solimana* y *Sangara*, *Bambara*, con algunas ciudades pertenecientes á los mismos, como *Sego*, con 30,000 habitantes, capital del último.—Los afluentes de este río misterioso son aun poco

conocidos.—Solo citaremos á *Cobi*, que baña á SACKATU, residencia de Belo, suitan de los fellatas.

Toda la vertiente meridional de los montes *Kong* forma el país conocido por los europeos bajo el nombre de *Guinea septentrional*, que circunscribe lo que se llama *Golfo de Guinea*.

Desde el *Mesurado* hasta las bocas del *Niger* la costa toma sucesivamente el nombre costa de los *Granos*, de *Marfil*, de *Oro*, de los *Esclavos*, de *Benin*; desde las bocas del *Niger* hasta el cabo *Lopez*, los de *Calabar* y de *Gabon*.—Este país es muy fértil, bien bañado, cortado de selvas y valles.—El clima es ardiente, pero sano.—El comercio de negros es lo que atrajo los europeos á estas costas.—Los ingleses, holandeses y daneses tienen sobre la costa de *Oro* establecimientos destinados á cortar este tráfico.

§ IX. **Hoya del lago Tchad.** 1. Reune el país interpuesto entre las hoyas del Nilo y del *Niger*.—KANO, ciudad de los tallatas, es el mayor mercado del Africa central.—El estado de esta hoya es el *Bornu*, cuya capital es KURA, cerca del lago.

§ X. **Africa meridional. Vertiente del oceano Atlántico.** 1. Toda esta parte del continente africano es muy poco conocida.—Desde el cabo *Lopez* hasta el *Negro*, la costa pertenece al país mas montuoso y regado de toda la vertiente atlántica, y forma la *Guinea meridional*, compuesta de varios terraplenes sucesivos que abren las aguas con numerosas cataratas.—El terraplen superior es desconocido, y parece ser árido y desierto. La playa es baja, inundada y mal sana.—La Guinea meridional está dividida en varios Estados salvajes.—A ellos pertenece el *Congo*, cuya capital es BANZA-CONGO ó SAN SALVADOR.—Este país está bañado por el *Zaire* ó *Congo*.

Al S. de Congo se hallan los reinos de *Angola* y de *Bengala*, país montuoso y poco cultivado, bañado por el *Coanza*, gran río que viene del centro.—La capital de Angola es LOANDA, situada á la desembocadura del *Zenza*: la capital de Bengala es BENGALA, ciudad pequeña y malsana, á la desembocadura del río del mismo nombre.—Estos dos reinos dependen casi esclusivamente de Portugal.

Al S. del cabo Negro se estiende, por espacio de mas de 10 grados, una de las costas mas áridas y desiertas del globo, sin árboles, agua ni habitantes. Siguela una cadena de montañas, detrás de las cuales habitan, según se cree, los *Cimbebas*.

Con el río *Fisch* comienza un país mejor conocido y mas poblado. Es este la mesa de los *hotentotes*, que recorre el gran río *Orange*, en una vasta hoya llena de montañas, ó mas bien terraplenes montañosos, entre los cuales se estienden *karrus*, ó llanuras sin agua, pero que se cubren de una rica verdura en la estacion de las lluvias.—Los hotentotes de la parte Sur son de lo mas salvaje y miserable de la tierra.

La *colonia del Cabo* es un país bastante templado y de una vegetacion muy rica y muy variada, donde los tristes *karrus* alternan con valles fértiles, y donde las montañas están dispuestas por bancos horizontales en forma de escalas.—La capital de la colonia fundada por los holandeses, y que hoy pertenece á los ingleses, es

el Cano sobre la costa.—La población de la colonia es de 40,000 blancos, 50,000 esclavos y 20,000 hotentotes.—La guarnición es de 5,000 hombres.

§ XI. **Africa meridional. Vertiente del oceano Indico.**

1. Conocemos apenas esta vertiente, que presenta próximamente los mismos caracteres que la anterior.

Desde el río *Gran-Pescado* hasta el cabo *Delgado*, la costa está habitada por los *Cafres* negros, bien formados, vigorosos, inteligentes, dulces y hospitalarios.—La *Cafferia propia*, comprendida entre la bahía de *Algoa* y el cabo *Corrientes*, es un país regadío, lleno de selvas y sabanas, pero sin puertos.—Encierra varias naciones independientes.—La más interesante es la de los *maquines*, que tiene ciudades populosas y un gobierno regular.

El *Mozambique* es una vasta y fértil comarca marítima, que se extiende desde el cabo *Corrientes* hasta el cabo *Delgado*.—Está dividido entre varias naciones cafres, que están bajo la influencia ó dominación portuguesa.—Su principal río es el *Zambeze*, que nace en la mesa central.—La hoya de este gran río es abundante en oro, fértil y bien poblada; la costa es muy mal sana.—La cabeza de los establecimientos portugueses en esta comarca es *Mozambique*, pequeña ciudad sobre la costa, con un buen puerto.

Desde el cabo *Delgado* hasta el cabo *Guardafui*, la costa, casi enteramente desconocida, toma los nombres de *Zanguebar*, *Magadoro*, *Ajan*, y solo presenta desiertos arenosos, rocas áridas, un clima abrasador, animales feroces, y pocos y salvajes habitantes.

Desde el cabo *Guardafui* hasta el estrecho de *Bab-el-Mandeb* se extiende la costa de *Adel*, salvaje y desierta, en la cual se halla la nación de los *sumulis*, dados á la navegación, cuyo país es la única vía comercial entre el interior del Africa y el mediodía de la Arabia.

§ XII. **Islas del Africa.**—1. **Mar de las Indias.**—1.º **Socotora.**—Sin importancia.

2.º **Sechelles.**—Este archipiélago está compuesto de los grupos de los *Almirantes* y de los *Maheas*.—*Mahe*, abunda en nuez moscada y clavo.

3.º **Comores.**—Archipiélago de islas pintorescas y fértiles, con población árabe.

4.º **Madagascar.**—Gran isla, cuya población, de raza cafre y malaya, está dividida en varias naciones.—La principal es la de los *ocas*, que habitan las mesetas frías del interior.—Su capital es *TANANARIVU*, gran ciudad situada en las montañas, con 50,000 habitantes.

5.º **Borbon.**—Al E. de Madagascar, colonia francesa.—Su capital es *Saint Denis* [Saint Denis], con 12,000 habitantes.

6.º **Isla de Francia ó Mauricio.**—Otra colonia francesa, con 70,000 habitantes.—Su capital es *Puerto-Luis*.

2. **Oceano Atlántico.**—1.º **Tristan de Acuña.**—Montañosa y volcánica, habitada por algunos ingleses.

2.º **Santa Elena.**—Célebre por la cautividad de Napoleón.—Es de ori-

gen volcánico, y pertenece á la Compañía inglesa de las Indias.—Su ciudad es *JAMES-TOWN*, notable por su puerto y fortificaciones.

3.º **La Ascension.**—Roca volcánica, que pertenece á los ingleses.

4.º **San Tomé y do Príncipe.**—Fértiles, bien pobladas y florecientes.—Pertenecen á los portugueses.

5.º **Fernando-Pó.**—Cerca de las bocas del Níger, fértil y montañosa. Esta isla es notable por su posición comercial y militar, y está destinada á ser el centro de los establecimientos europeos en la Guinea y el emporio del comercio que debe abrirse por el Níger con el interior del Africa.—Los ingleses que conocen estas ventajas, establecieron en ella en 1837 el fuerte de *Clarence*, é intentaron comprarla á nuestro gobierno, de cuya idea retrajo á este el clamor de la prensa.

6.º **Cabo verde.**—Este archipiélago es volcánico, y está habitado por una raza de portugueses degradada.—La capital es *SAN-YAGO*.

7.º **Canarias.**—Archipiélago compuesto de 13 islas volcánicas y fértiles.—Las principales son siete: *Tenerife*, *Gran Canaria*, *Gomera*, *Fuerte-ventura*, *Lanzarote*, *Palma* y *Hierro*.—Son las *Afortunados* [Fortunates] de los griegos. Olvidadas en los siglos medios, fueron descubiertas y ocupadas por los españoles.—Hoy forman una de las provincias de la monarquía.—Su clima es muy suave, y aunque próximas al Sahara, presentan un aspecto europeo. La mayor y más poblada es *Tenerife*, formada de montañas basálticas.—Su capital es *SANTA CRUZ*.—Los españoles y otros pueblos de europeos han fijado por primer meridiano al que pasa por el elevado pico de *Tenerife*, y el punto de división para los hemisferios del Mapa-mundi.—Los habitantes de este archipiélago, que suben á 199,950, son de raza española con algunos *guanches* ó habitantes primitivos de las islas.

8. **Madera.**—Archipiélago compuesto de pequeñas islas montañas, fértiles en vinos, que pertenecen á Portugal.

AMERICA.

1. Límites del nuevo continente.—2. Entre qué grados está comprendido.—3. Qué recipientes tienen sus aguas.

§ I. **División de los mares.**—1. Cuáles son sus mares.

§ II. **División de las tierras.**—1. Cómo está dividida la América.—2. Qué división natural se puede hacer de la América meridional.—3. Y la septentrional.

§ III. **Historia de la geografía de la América.**—1. Colonización de la América y sus vicisitudes hasta su independencia.—2. Cuántos habitantes indígenas cuenta hoy la América.—3. Qué religión profesaban los americanos antes de la colonización.

1. El nuevo continente llamado *América* está limitado al N. por el oceano Arctico; al E. por el oceano Atlántico; al S. por el Austral; al O. por el Grande Oceano, el estrecho de Behring y el oceano Arctico.

2. Está comprendida entre la latitud N. 75º y latitud S. 54º, y entre longitud 36º y 170º.

el Cano sobre la costa.—La población de la colonia es de 40,000 blancos, 50,000 esclavos y 20,000 hotentotes.—La guarnición es de 5,000 hombres.

§ XI. **Africa meridional. Vertiente del oceano Indico.**

1. Conocemos apenas esta vertiente, que presenta próximamente los mismos caracteres que la anterior.

Desde el río *Gran-Pescado* hasta el cabo *Delgado*, la costa está habitada por los *Cafres* negros, bien formados, vigorosos, inteligentes, dulces y hospitalarios.—La *Cafferia propia*, comprendida entre la bahía de *Algoa* y el cabo *Corrientes*, es un país regadío, lleno de selvas y sabanas, pero sin puertos.—Encierra varias naciones independientes.—La más interesante es la de los *maquines*, que tiene ciudades populosas y un gobierno regular.

El *Mozambique* es una vasta y fértil comarca marítima, que se extiende desde el cabo *Corrientes* hasta el cabo *Delgado*.—Está dividido entre varias naciones cafres, que están bajo la influencia ó dominación portuguesa.—Su principal río es el *Zambeze*, que nace en la mesa central.—La hoya de este gran río es abundante en oro, fértil y bien poblada; la costa es muy mal sana.—La cabeza de los establecimientos portugueses en esta comarca es *Mozambique*, pequeña ciudad sobre la costa, con un buen puerto.

Desde el cabo *Delgado* hasta el cabo *Guardafui*, la costa, casi enteramente desconocida, toma los nombres de *Zanguebar*, *Magadoro*, *Ajan*, y solo presenta desiertos arenosos, rocas áridas, un clima abrasador, animales feroces, y pocos y salvajes habitantes.

Desde el cabo *Guardafui* hasta el estrecho de *Bab-el-Mandeb* se extiende la costa de *Adel*, salvaje y desierta, en la cual se halla la nación de los *samulis*, dados á la navegación, cuyo país es la única vía comercial entre el interior del Africa y el mediodía de la Arabia.

§ XII. **Islas del Africa.**—1. **Mar de las Indias.**—1.º **Socotora.**—Sin importancia.

2.º **Sechelles.**—Este archipiélago está compuesto de los grupos de los *Almirantes* y de los *Maheas*.—*Mahe*, abunda en nuez moscada y clavo.

3.º **Comores.**—Archipiélago de islas pintorescas y fértiles, con población árabe.

4.º **Madagascar.**—Gran isla, cuya población, de raza cafre y malaya, está dividida en varias naciones.—La principal es la de los *ocas*, que habitan las mesetas frías del interior.—Su capital es *TANARION*, gran ciudad situada en las montañas, con 50,000 habitantes.

5.º **Borbon.**—Al E. de Madagascar, colonia francesa.—Su capital es *SAN DIONISIO* [*Saint Denis*], con 12,000 habitantes.

6.º **Isla de Francia ó Mauricio.**—Otra colonia francesa, con 70,000 habitantes.—Su capital es *PUERTO-LUIS*.

2. **Oceano Atlántico.**—1.º **Tristan de Acuña.**—Montañosa y volcánica, habitada por algunos ingleses.

2.º **Santa Elena.**—Célebre por la cautividad de Napoleón.—Es de ori-

gen volcánico, y pertenece á la Compañía inglesa de las Indias.—Su ciudad es *JAMES-TOWN*, notable por su puerto y fortificaciones.

3.º **La Ascension.**—Roca volcánica, que pertenece á los ingleses.

4.º **San Tomé y do Príncipe.**—Fértiles, bien pobladas y florecientes.—Pertenecen á los portugueses.

5.º **Fernando-Pó.**—Cerca de las bocas del Níger, fértil y montañosa. Esta isla es notable por su posición comercial y militar, y está destinada á ser el centro de los establecimientos europeos en la Guinea y el emporio del comercio que debe abrirse por el Níger con el interior del Africa.—Los ingleses que conocen estas ventajas, establecieron en ella en 1837 el fuerte de *Clarence*, é intentaron comprarla á nuestro gobierno, de cuya idea retrajo á este el clamor de la prensa.

6.º **Cabo verde.**—Este archipiélago es volcánico, y está habitado por una raza de portugueses degradada.—La capital es *SAN-YAGO*.

7.º **Canarias.**—Archipiélago compuesto de 13 islas volcánicas y fértiles.—Las principales son siete: *Tenerife*, *Gran Canaria*, *Gomera*, *Fuerte-ventura*, *Lanzarote*, *Palma* y *Hierro*.—Son las *Afortunados* [Fortunate] de los griegos. Olvidadas en los siglos medios, fueron descubiertas y ocupadas por los españoles.—Hoy forman una de las provincias de la monarquía.—Su clima es muy suave, y aunque próximas al Sahara, presentan un aspecto europeo. La mayor y más poblada es *Tenerife*, formada de montañas basálticas.—Su capital es *SANTA CRUZ*.—Los españoles y otros pueblos de europeos han fijado por primer meridiano al que pasa por el elevado pico de *Tenerife*, y el punto de división para los hemisferios del Mapa-mundi.—Los habitantes de este archipiélago, que suben á 199,950, son de raza española con algunos *guanches* ó habitantes primitivos de las islas.

8. **Madera.**—Archipiélago compuesto de pequeñas islas montañosas, fértiles en vinos, que pertenecen á Portugal.

AMERICA.

1. Límites del nuevo continente.—2. Entre qué grados está comprendido.—3. Qué recipientes tienen sus aguas.

§ I. **División de los mares.**—1. Cuáles son sus mares.

§ II. **División de las tierras.**—1. Cómo está dividida la América.—2. Qué división natural se puede hacer de la América meridional.—3. Y la septentrional.

§ III. **Historia de la geografía de la América.**—1. Colonización de la América y sus vicisitudes hasta su independencia.—2. Cuántos habitantes indígenas cuenta hoy la América.—3. Qué religión profesaban los americanos antes de la colonización.

1. El nuevo continente llamado *América* está limitado al N. por el oceano Arctico; al E. por el oceano Atlántico; al S. por el Austral; al O. por el Grande Oceano, el estrecho de Behring y el oceano Arctico.

2. Está comprendida entre la latitud N. 75º y latitud S. 54º, y entre longitud 36º y 170º.

3. Sus aguas corrientes tienen tres recipientes: el *oceanó Atlántico*, el *Grande Oceanó* y el *oceanó Artico*.

§ I. **Division de los mares.**—1.º *Océano Atlántico*. Entre las dos Américas forma la *mar de las Antillas*, situada entre el Archipiélago de las Antillas, la América meridional y la tierra istmítica de Goatemala, en la cual abre las bahías de los *Mosquitos* y de *Honduras*. Esta mar comunica por el *canal de Yucatan* con el *golfo de México*, desde donde entra en el *Oceanó* por el canal de *Bahama*.

El *oceanó Atlántico* forma en la América septentrional: 1.º El *golfo de San Lorenzo*, entre la desembocadura del río del mismo nombre y la isla de *Terranova*; 2.º la *mar de Hudson* y de *Cumberland*, que comunica por el *canal de Foz* y el estrecho de *Fury und Hecla* con el *oceanó Artico*; 3.º el *mar de Baffin*, donde se entra por el estrecho de *Davis*, y que comunica con el *oceanó Artico* por los estrechos de *Lancaster* y de *Barrow*.

2.º El *Grande Oceanó*.—Forma únicamente los golfos de *Panamá* y de *California*.

3.º *Oceanó Artico*.—Forma algunas bahías poco notables, y encierra muchas islas heladas.

§ II. **Division de las tierras.**—1. La América está compuesta de dos penínsulas unidas por un istmo.—Desde el cabo *Froward* hasta el del *Príncipe de Gales* va una larga cordillera, muy próxima al *Grande Oceanó* y muy lejana del *Atlántico*, la cual forma la línea de division de las aguas, y divide por consiguiente cada una de las dos penínsulas en dos vertientes diferentes: la una, muy rápida y estrecha, hácia el *Grande Oceanó*; la otra, suave y ancha, está surcada por los mayores ríos de la tierra.

2. La América meridional forma una especie de pirámide triangular, cuya cúspide es la mesa del *Titicaca*; sus aristas son: 1.º la cordillera de los *Andes*, desde el cabo *Froward* hasta la mesa; 2.º la misma cordillera de los *Andes*, desde el istmo de *Panamá* hasta la mesa; 3.º la cadena de alturas que separan el *Río de la Plata* del *Marañón*, desde el cabo de *San Roque* hasta la mesa.—De estas tres caras, la del S. E. está ocupada por la *hoya del Río de la Plata*; la del N. E. por la *hoya del río de las Amazonas*; la del O. por la estrecha vertiente del *Grande Oceanó*.—Añadiendo ahora dos apéndices, el uno al S. y el otro al N., tendremos dividida naturalmente la AMÉRICA MERIDIONAL: 1.º *Patagonia* ó *Apéndice meridional*; 2.º *Hoya de la Plata*; 3.º *Hoya del Marañón*; 4.º *Vertiente del Mar de las Antillas* ó *Apéndice septentrional*; 5.º *Vertiente del Grande Oceanó*.

3. La América septentrional presenta tambien otra pirámide, pero menos distinta.—Sus tres aristas son: 1.º cadena de las *Cordilleras*, desde el istmo de *Panamá* hasta la *Sierra Verde*; 2.º la cadena de montañas desde el istmo de *Panamá* hasta la *Sierra Verde*; 3.º la serie de alturas que separa el *Misisipi* del río de *San Lorenzo*.—De estas tres caras, la del S. E. está ocupada por la *hoya del Misisipi*; la del N. E. por la *hoya del río San Lorenzo*; la del O. por la *vertiente del Grande Oceanó*.—Finalmente, al N. y hácia el mar de *Hudson* hay un apéndice, vasto y confuso.—LA AMÉRICA SEPTENTRIONAL se divide por consiguiente natural-

mente: 1.º *Vertiente del Grande Oceanó*; 2.º *vertiente del mar de México*; 3.º *vertiente del oceanó Atlántico*; 4.º *vertiente del mar de Hudson* y del *oceanó Artico*; 5.º *tierras polares*; 6.º *Archipiélago colómbico*.

§ III. **Historia de la geografía de la América.**—1. Monumentos notables atestiguan que algunos de los primitivos habitantes de la América habian llegado á una especie de civilizacion material.

Pero la Europa, al colonizar este nuevo mundo, parece haber lanzado el estermio sobre los pueblos que lo habitaban.—MEXICO fué conquistado por *Hernán Cortés* con 600 hombres y 18 caballos.—Con mayor facilidad aun fué conquistado el PERU por *Pizarro*.—Estos dos países eran los mas civilizados del Nuevo Mundo.—Los españoles fundaron en él un imperio maravilloso, que comprendia la mitad de las dos Américas, á saber: Virreinato de BUENOS-AIRES, de CHILE, del PERU y de la NUEVA GRANADA, capitania general de CARACAS; virreinato de MEXICO.

Los portugueses colonizaron una gran parte de las hoyas del *Marañón* y del *Panamá* que llamaron BRASIL.

Los ingleses fundaron su primer colonia en la VIRGINIA.

Los primeros establecimientos franceses fueron los del CANADA, estendiéndose luego por la hoya inferior del *Misisipi* y del *San Lorenzo*, esto es, LUISIANA y CANADA.

Los españoles, los franceses y los ingleses dividieron entre sí las *Antillas*.

Las guerras entre la Inglaterra y Francia hicieron perder á ésta sus posesiones de América, y la Inglaterra fué la nacion preponderante en toda la América del Norte.—Trece provincias se insurreccionaron en 1776 y constituyeron la república federativa de los ESTADOS-UNIDOS, que es hoy la principal potencia del Nuevo-Mundo.

*Santo Domingo*, Colonia francesa, despues de varias revoluciones forma hoy la república de HAITI.

Las colonias españolas se insurreccionaron tambien, y formaron varias repúblicas, de las cuales son las principales: 1.º LOS ESTADOS-UNIDOS DE MEXICO 2.º LOS ESTADOS-UNIDOS DE LA AMÉRICA CENTRAL; 3.º LOS ESTADOS-UNIDOS DE LA COLOMBIA; 4.º LA REPUBLICA DEL PERU; 5.º LA REPUBLICA DE BOLIVIA; 6.º EL DICTATORIADO DEL PARAGUAY; 7.º LOS ESTADOS-UNIDOS DEL RÍO DE LA PLATA; 8.º LA REPUBLICA DEL URUGUAY; 9.º LA REPUBLICA DE CHILE.—Solo quedaron á España las islas de *Cuba* y de *Puerto-Rico*.

El BRASIL se declaró independiente, y formó un imperio, eligiendo por soberano á *Pedro*, hijo del rey de Portugal.

2. Apenas habrá en toda la América mas que unos diez millones de habitantes indígenas, que pertenecen á mas de 400 razas.

3. Antes de la colonizacion todos los americanos eran idólatras; hoy son casi todos cristianos, católicos ó protestantes.

## AMERICA MERIDIONAL.

§ I. **Patagonia**.—1. Descripción de este país.

§ II. **Hoya de la Plata**.—1. Por qué está formada esta hoya.—2. Cual es el aspecto del país.—3. Qué hay de notable en sus costas.—4. Qué hay de notable en el curso de las aguas al S. de la Plata.—5. Y en el curso de este río.—6. Y en sus afluentes de derecha.—7. Y en los de la izquierda.—8. Y en el curso de las aguas del N. E. de la Plata.—9. Qué estados políticos comprenden estos países.

§ III. **Hoya del Marañón**.—1. ¿Por qué está formada?—2. Qué aspecto presenta este país.—3. Qué hay de notable en sus costas.—4. Y en el curso de las aguas al S. del Marañón.—5. Y en el curso de este río.—6. Y en sus afluentes de derecha.—7. Y en los de la izquierda.—8. Y en el curso de sus aguas al Norte.—9. Qué estados políticos comprenden estos países.

§ IV. **Vertiente del mar de las Antillas**.—1. Descripción general de este país.—2. Qué aspecto presenta.—3. Qué hay de notable en sus costas.—4. Y en el curso del Magdalena.—5. Qué divisiones políticas comprende.

§ V. **Vertiente del grande Océano**.—1. Por qué está formada.—2. Describir el nuevo Chile.—3. Chile.—4. Perú.—5. Colombia.—6. Qué estados políticos comprenden estos países.

§ I. **Patagonia ó apéndice meridional**.—1. Comprendemos bajo esta denominación la vertiente oriental de los Andes desde el cabo *Froward* hasta el nacimiento del *Río-Negro*. La *Patagonia* es una region casi completamente desconocida, compuesta de vastas soledades, áridas, frías, azotadas por los vientos de los tres mares, sin bosques ni aguas dulces, y donde andan errantes tribus de salvajes llamados *Patagones*. El único río notable es el *Negro*, que baja de los Andes de Chile, y separa la república del río de la Plata de la Patagonia.

Al S. del cabo *Froward*, y separado del continente por el estrecho sinuoso y difícil de *Magallanes*, se halla el archipiélago llamado *Tierra del Fuego*, comarca desolada y salvaje. Al medio día de estas tierras está una isleta donde se halla el cabo de *Hornos*, que es el mas austral de la América.

Al E. del estrecho de *Magallanes* está el archipiélago de las *Malvinas* y otras islas descubiertas últimamente.

§ II. **Hoya de la Plata**.—1. Esta inmensa hoya está formada: 1.º por la vertiente septentrional de las colinas y de las pampas que separan el *Negro* de la *Plata*; 2.º por la vertiente oriental de los Andes de Chile, desde el monte *Cochimbo* hasta el núcleo de *Porco*; 3.º por la vertiente meridional de las sierras y meseta que separan la *Plata* del *Marañón*.—Dirección general: del N. O. al S. E.

2.º **Aspecto general del país**.—A pesar de lo vasto de esta hoya sus aspectos son poco variados: exceptuando el país próximo á los Andes, los sitios cercanos á las costas solo presentan una superficie lisa y casi enteramente horizontal.—Estas llanuras, ya estériles y abrasadas por el sol, ya abundantes en excelentes pastos, ya impregnadas de sal, ya cubiertas de arenas movedizas ó de lagunas infectas, están casi desiertas, sin caminos ni ciudades, y ocupadas en parte por salvajes independientes.—Alimentanse en ellas multitud de caballos y bueyes.—Los cas

ballos andan errantes en rebaños de ocho á diez mil, que doman fácilmente los *gauchos*, habitantes semisalvajes de estas soledades, aunque descendientes de los españoles.—Los bueyes les proporcionan alimento, vestidos y cuanto necesitan para las necesidades de la vida nómada de estos beduinos americanos.

3. **Costas**.—Entre la desembocadura del *Negro* y de la *Plata* son bajas y estériles, cortadas por torrentes salvajes, y pertenecen á la república Argentina.—Mas allá de la desembocadura de la *Plata* hasta la isla de *Santa Catalina* están rodeadas de grandes lagunas.—Desde dicha isla hasta el cabo *Santo Tomé* están rodeadas de montañas pobladas, fértiles y con buenos puertos.—Desde *Santo Tomé* hasta *San Roque* tiene numerosas bahías, las montañas se alejan, sírcanlas grandes rios y presentan los mas ricos aspectos.—Estas tres últimas partes pertenecen al Brasil.

**Puertos**.—1.º **SAN PEDRO**, á la desembocadura de la laguna de los *Patos*.—2.º **SANTA CATALINA**: es una isla muy fértil.—3.º **RIO JANEIRO**, capital del imperio del Brasil, con 140.000 habitantes, en un país admirable y pintoresco, y sobre una gran bahía que forma los dos mejores puertos de la América.—4.º **SAN SALVADOR DE BAHÍA**, del mismo imperio, sobre la bahía de *Todos los Santos*, y con 120.000 habitantes.—5.º **SAN ANTONIO DE RECIFE ó PERNAMBUCO**, ciudad muy comerciante, con 60.000 habitantes.—6.º **PARAYBO**, puerto fortificado.

4 **Curso del agua al S. de la Plata**.—El *Colorado*, que baja de los Andes de Chile, encierra en su hoya superior á *MENDOZA*, ciudad importante por la rica mina de plata de *Upsallata*, atraviesa vastas pampas, y las soledades que recorren los *aucaes*, salvajes independientes.—Su curso es de 360 leguas.

5. **Curso del río de la Plata**.—El *Río de la Plata* hasta su confluencia con el *Uruguay* se llama *Paraná*.—Nace en la sierra de *Vila Boa*, atraviesa varias provincias del Brasil casi desiertas ó habitadas por salvajes; sirve de limite entre el *Paraguay*, de una parte; el *Brasil*, la *República Cisalpina* y la de la *Plata* de otra.—Después de su reunion al *Paraguay*, corre por la república de la Plata, bañando á *CORRIENTES*, y pasando próximo á *SANTA FE*, ciudades comerciantes. Reúnese al *Uruguay* después de un curso de 700 leguas, y entonces parece un brazo de mar que tiene 20 leguas de ancho delante de *BUENOS-AIRES*, situada á su derecha, ciudad capital de los *Estados-Unidos* de la *Plata*, con 80.000 habitantes.—En la orilla opuesta está *MONTEVIDEO*, capital de la república *Cisalpina* ó del *Uruguay*, con 20.000 habitantes.—El río desemboca en la mar por una boca de mas de 60 leguas de ancho.

6. **Afluentes de derecha**.—1.º El *Paraguay*, que nace en los campos de *Parcisis*, atraviesa un país llano y cenagoso, baña á *COMARRA*, puerto brasileño, separa el *Brasil* del *Perú* y el *Paraguay* de la república de la *Plata*, baña la *Asuncion*, capital del Paraguay, y se une al *Paraná* después de 400 leguas de curso.

El *Paraguay* está separado del *Paraná* por la *Sierra Amambay*, y recibe del lado de los Andes afluentes considerables, de que citaremos: 1.º El *Pilcomayo*, cerca de cuyo origen está el *Potosí*, gran ciudad situada sobre una altura célebre por

sus minas de plata.—Este afluente atraviesa parte de la república de *Bolivia* ó del *alto Perú*, pasa cerca de la capital *Chuquisaca* ó la *Plata*, y termina su curso de 340 leguas mas abajo de la *Asuncion*.

2.º El *Vermejo* atraviesa los llanos de *Manso* y termina mas abajo de *Corrientes* despues de un curso de mas de 220 leguas.

3.º El *Salado* atraviesa los llanos de *Tucuman*.

Algunos otros rios que debieran ser afluentes del *Paraná* se pierden en las llanuras. De este número es el *Dolce*, que pasa por *Tucuman*, ciudad importante; y el *Primero*, que pasa por *Cordova*, otra ciudad importante por su posicion central.

7. **Afluentes de izquierda.**—Son en gran número, y todos bajan de la cadena marítima del *Brasil*. Los mas importantes son: 1.º *Tieté*, que nace cerca de *SAN PABLO*, ciudad grande del *Brasil*, y pasa por *SOROCABA*.

2.º El *Uruguay*, que nace detrás de las montañas de *Santa Catalina*, separa el *Brasil* de la república *Cisalpina*, de la de la *Plata*, y se une á este rio mas arriba de *Buenos-Aires*.

8. **Curso de las aguas al N. E. de la Plata.**—Solo mereco mencionarse *San Francisco*, que ocupa una larga y estrecha hoya, célebre por el distrito de los *diamantes*.

9. **Divisiones políticas.**—La hoya del rio de la *Plata* encierra políticamente: 1.º LA REPUBLICA ARGENTINA ó ESTADOS-UNIDOS DE LA PLATA, comprendida entre el *Uruguay*, el *Paraná*, el *Paraguay* al O., el *Oceano Atlántico* y el *Río Negro* al S., los *Andes* al E. y una parte del *Pilcomayo* al N.

2.º LA REPUBLICA CISALPINA ó DEL URUGUAY, comprendida entre el *Uruguay*, la *Plata* y el *Brasil*.

3.º EL ESTADO DEL PARAGUAY, comprendido entre el *Paraguay* y el *Paraná*.

4.º LA parte occidental del *BRASIL*.

5.º LA parte meridional del ALTO PERU.

§. III. **Hoya del Marañon.**—1. Esta hoya está formada por la vertiente septentrional de la cadena central desde el *Nudo de Porco* hasta el cabo *San Roque*, por la vertiente oriental de los *Andes del Perú* desde el *Nudo de Porco* hasta la mesa de *Pasto*; finalmente, por la vertiente septentrional de los *Andes de Bogotá* y de *Caracas* hasta el golfo de *Paria*.

2. **Aspecto general.**—Esta hoya comprende casi la mitad de la América meridional.—Presenta, pues, diversos aspectos. Mesas montañosas, templadas y hasta frías en la proximidad de los *Andes*, planicies elevadas y estériles á la proximidad de los campos de *Parexis*; inmensas llanuras con algunas cadenas de montañas y selvas impenetrables entre el *Orinoco* y las *Amazonas*; grandísimas lagunas y sabanas inundadas en la proximidad de los rios, son los caracteres mas salientes de esta gran region.

3. **Costas.**—Nada presentan digno de atencion.

4. **Curso de las aguas al S. del Marañon.**—De los rios que corren al S. del *Marañon*, el *Paranahiba* atraviesa inmensas selvas vírgenes, y el *Itapicuro* forma la isla de *Marañon*, donde está situado el puerto de *SAN LUIS*, y el

*Tocantín*, que atraviesa grandes desiertos, algunas provincias brasileñas, y baña á *Belex*, ciudad de 30,000 habitantes, son los principales.

5. **Curso del Marañon.**—Este rio es el mayor del globo.—Nace bajo el nombre de *Apurimac*, al O. del lago de *Titicaca*: atraviesa grandes mesas montañosas; pasa próximo á *Cuzco*, antigua capital de los *Incas*, con 46,000 habitantes. Corre en seguida por paises desiertos y casi desconocidos, y recibe el nombre de *Marañon* ó de las *Amazonas*. Entra luego en el *Brasil*, donde sigue su curso, ya por llanos arenosos, ya cubierto de verdura y vegetacion, terminando en una embocadura de 60 leguas de ancho despues de un curso de 1,200.

6. **Afluentes de derecha.**—Los mas notables son: 1.º el *Beni*, que nace cerca de *LA PAZ*, la ciudad mas floreciente de la república de *Bolivia*, y atraviesa este estado y el del *Perú*; 2.º el *Madeira*, que atraviesa las pampas de *Mozos*, separa el *Perú* del *Brasil*, y corre inmensas soledades.—En la hoya de su afluente, el *Mamoré*, está situada *SANTA CRUZ*.

7. **Afluentes de la izquierda.**—Solo mencionaremos: 1.º El *Mantaro*, que atraviesa la mesa de *Guamanga*, pasa por *HUANCA BELICA*, ciudad célebre por sus minas de mercurio, no lejos de la cual está *AYACUCHO*, llano ilustre por la victoria de los peruanos contra los españoles en 1824; 2.º *El Viejo-Marañon*, á cuya izquierda se halla *CAJAMARCA*, célebre por la entrevista de *Pizarro* con el último *Inca* y sus funestas consecuencias.

8. **Curso de las aguas al N. del Marañon.**—Entre los rios que corren al N. del *Marañon*, mencionaremos: 1.º el *Oyuk*, que forma á su desembocadura una isla, donde está situada *CAYENA*, capital de la *Guayana francesa*; 2.º El *Surinam*, que termina mas abajo de *PARAMARIBO*, capital de la *Guayana holandesa*; 3.º El *Demerari*, cerca de cuya desembocadura se halla *STABROCK*, capital de la *Guayana inglesa*; 4.º El *Orinoco* nace en las sierras de *Venezuela* pasa por *NOEVA GUAYANA*, residencia del congreso de *Colombia* durante su revolucion, y por la *VEJEA GUAYANA*, ciudad mal sana, tiene 500 leguas de curso. El *Ampure*, uno de sus afluentes de la izquierda, forma una hoya considerable, que comprende las provincias colombianas del *Orinoco* y de *Venezuela*.

Todo el pais entre las *Amazonas* y el *Orinoco* compone las *Guayanas*, vastas comarcas solo conocidas hácia la costa, y cuyo interior es de selvas impenetrables y elevadas montañas.

9. **Divisiones políticas.**—Las hoyas del *Tocantín*, *Marañon*, *Orinoco*, etc., comprenden políticamente:

1.º LA parte septentrional del imperio del *BRASIL*.

2.º LA mayor parte de la república del ALTO PERU ó de *BOLIVIA*.

3.º LA mayor parte de la república del *PERU*.

4.º LA parte occidental de la república de *COLOMBIA*.

5.º LA *GUAYANA INGLESA*.

6.º LA *GUAYANA HOLANDESA*.

7.º LA *GUAYANA FRANCESA*.

§. IV. **Vertiente del mar de las Antillas.**—1. Esta vertiente for

ma una especie de triángulo, que tiene su vértice en la mesa de *Pasto* y su base en la costa desde el golfo de *Paria* hasta el istmo de *Panamá*.—Contiene principalmente la hoya de la *Magdalena*, y está formada por la *cordillera oriental* y la *cordillera occidental*.

2. **Aspecto general del país.**—Es un país casi enteramente montañoso, que solo encierra un corto número de llanuras elevadas y fértiles.

3. **Costas.**—Los puertos principales son: 1.º *Cumana*, ciudad decayida, pero aun importante.—2.º *La Guayra*, ciudad pequeña y mal sana, que sirve de puerto á *Caracas*, capital de la república de *Venezuela*, situada en un valle delicioso.—3.º *Puerto-Cabello*, plaza fuerte de *Colombia*.—4.º *Maracaybo*, situado á la entrada de un lago, en cuyos islotes están edificadas casas á madera de *Venecia*, por lo cual se llama *Venezuela* (pequeña *Venecia*).—5.º *Santa Marta*.—6.º *Cartagena*, uno de los mejores puertos de la América.

4. **Curso del Magdalena.**—Este río nace en la mesa de *Almaguer*, atraviesa la fértil y poblada de *Cundinamarca*, baña á *Mompox*, ciudad comerciante, y termina su curso entre *Santa Marta* y *Cartagena*.—Recibe el *Bogotá*, que pasa por *Santa Fe de Bogotá*, capital de toda la *Colombia*.

5. **Divisiones políticas.**—Esta vertiente forma políticamente parte de la *Colombia*.

§ V. **Vertiente del Grande Oceano.**—1. Esta vertiente, muy larga y muy estrecha, está formada por la orilla marítima desde el cabo *Froward* hasta el istmo de *Panamá*.—Divídese en cuatro partes: *Nuevo Chile*, *Chile*, *Perú* y *Colombia*.

2. **Nuevo Chile.**—Estiéndese desde el cabo *Froward* hasta la isla de *Chiloé*, que es la mayor de sus islas. Este país es casi desierto, pues solo le habitan algunos indígenas independientes.

3. **Chile.**—Comprende desde *Chiloé* hasta el desierto de *Atacama*.—Esta comarca es pintoresca, fértil y sana. Compónese de una playa marítima muy estrecha, mas allá de la cual se eleva un país de montañas cubiertas de viñedos, pastos y magníficas selvas, detras de las cuales descuellan los *Andes* con sus 14 volcanes y sus minas de oro y plomo.—Los chilenos son muy buenos ginetes.—La parte meridional de Chile está ocupada por los *araucanos*, y la república solo tiene allí establecimientos aislados.—Los *araucanos* son indígenas, valientes é inteligentes.—Los lugares mas notables de Chile son: 1.º *Valdivia*, puerto excelente en medio del territorio *araucano*.—2.º *La Concepcion*, buen puerto á la desembocadura del *Biobío*.—3.º *Santiago de Chile*, capital de Chile, con 45,000 habitantes.—4.º *Valparaiso*, puerto muy floreciente.—5.º *Coquimbo*, buen puerto.

4. **Perú.**—Comprende desde el desierto de *Atacama* hasta el golfo de *Guayaquil*.—Este país es extraordinariamente fértil y de muy variado aspecto, pero muy caloroso y propenso á temblores de tierra.—Los puntos mas notables son: 1.º *Arequipa*, sobre el *Tambo*, con 300,000 habitantes.—2.º *Lima*, capital del Perú, ciudad floreciente, sobre la desembocadura del *Rimac*, con 70,000 habitantes.—3.º *El Callao* que sirve de puerto á *Lima*.

5. **Colombia.**—Estiéndese desde el golfo de *Guayaquil* hasta el istmo de *Panamá*.—Los puntos mas notables de este estado son: 1.º *Guayaquil*, ciudad y puerto importante, con 20,000 habitantes. 2.º *Quito*, capital de la república del *Ecuador*, situada en los Andes, en clima delicioso, cerca del nacimiento de *Bamba*, con 70,000 habitantes.—Su alto valle está coronado por magestuosos colosos, el *Cayambé*, sobre el *Ecuador*, el *Antisana*, el mas elevado de los volcanes del globo, y el *Cotopaxi*, el mas temible de la cadena de los Andes.

6. **Divisiones políticas.**—Esta vertiente comprende: 1.º Los territorios independientes de las indias del *Nuevo Chile*; 2.º La república de *Chile*; 3.º La parte occidental del *Perú*; 4.º Parte occidental de la *Colombia*.

## AMERICA SEPTENTRIONAL.

§ I. **Vertiente del Grande Oceano.**—1. Cómo puede dividirse este país.—2. Describir la parte meridional.—3. Describir la del Norte.—4. Qué divisiones políticas comprenden estos países.

§ II. **Vertiente del mar de México.**—1. Cómo se divide este país.—2. Descripción de la vertiente oriental del mar de las Antillas.—3. Descripción de la vertiente oriental del golfo de México.—4. Qué divisiones políticas comprenden estos países.—5. Hoya del *Misisipi*.—6. Aspecto de este país.—7. Curso de este río.—8. Afluentes de su derecha.—9. Afluentes de su izquierda.—10. Curso de las aguas al E. de su desembocadura.—11. Divisiones políticas que comprenden estos países.

§ III. **Vertiente del oceano Atlántico.**—1. En qué partes puede dividirse.—2. Describir la vertiente de los *Alleghany*.—3. Divisiones políticas que comprenden este país.—4. Por qué está formada la hoya de *San Lorenzo*.—5. Qué aspecto presenta.—6. Qué hay de notable en sus costas.—7. Y en el curso de este río.—8. Y en sus afluentes.—9. Qué divisiones políticas comprende.

§ IV. **Vertiente del mar de Hudson y del Artico.**—1. Cómo se divide este país.—2. Vertiente de *Hudson*.—3. Vertiente del *Artico*.

§ V. **Tierras polares.**—1. Descripción de estas tierras.

§ VI. **Archipiélago colómbico.**—1. Qué islas comprende.—2. *Antillas*.—3. *Lucayas*.

§ 1. **Vertiente del grande Oceano.**—1. Puede dividirse en dos partes: 1.º Parte del *Sur* ó de *México*, desde el istmo de *Panamá* hasta *Sierra Verde*: 2.º Parte del *Norte* ó de los *Estados-Unidos* de los ingleses y de los rusos, desde la *Sierra Verde* hasta el estrecho de *Bering*.

2. **Parte del Sur.**—La parte meridional poblada, civilizada, fértil, ardiente, pintoresca y rica en metales, está rodeada de una alta cadena de montañas, llamada, primero: *Cordillera de Goatemala*, y luego *Cordillera de México*, dividiéndose en dos ramales que comprenden entre si grandes mesas.—Los puntos mas importantes son: 1.º *Panamá*, ciudad fuerte y comerciante, en el fondo de una vasta bahía.—2.º *Realejo*, importante por su hermoso puerto y sus canteras.—3.º *Goatemala*, capital de la república de este nombre, con 50,000 habitantes.—4.º *Oajaca*, sobre el río *Verde*, con 30,000 habitantes.—5.º *Acapulco*, ciudad pe-

queña con un hermoso puerto. Entre Acapulco y Oajaca se halla la pequeña hoya del *Tlascal*, río que baña á Tlascal, ciudad importante, y pasa cerca de PUEBLA, la segunda ciudad de México, con 70,000 habitantes.—Al N. de esta hoya el continente se ensancha, y algunos ríos circulan por las mesas interiores. Los mas notables son: 1.º El *Río Grande*, que nace en la mesa de México, al pié del *Nevado*, y contiene en su hoya superior á la izquierda VALLADOLID, y á su derecha QUEBETARO.—Recibe el *Salao*, que encierra en su hoya: 1.º SAN LUIS DE POTOSÍ; 2.º LEON; 3.º GUANAJUATO, con 60,000 habitantes, célebre por sus ricas minas.—Después de su confluencia con el *Salao* el *Río Grande* pasa cerca de GUADALAJARA, ciudad de 40,000 habitantes, y termina su curso cerca de SAN BLAS, ciudad importante por su arsenal marítimo.—Mas allá de la hoya del *Río Grande* no se encuentran mas puntos notables que ZACATECAS y DURANGO, cuyas cercanías encierran ricas minas de plata.—La costa del Grande Oceano comienza á ser despoblada y salvaje, y el único punto de alguna importancia es el puerto de GUAYMAS.—La península de *California* es un país árido, arenoso y casi desierto, y su única ciudad es SAN FRANCISCO, uno de los mejores puertos de la América.—La hoya del *Río Colorado* comienza en el país desconocido y casi desierto de la *Nueca California*.

3. **Parte del Norte.**—1. Desde *Sierra Verde* comienzan las *Montañas Rocallosas*, que terminan probablemente en el estrecho de Bering.—En estas montañas nace el *Colombia*, cuya hoya es un país fértil, bien bañado, cubierto de hermosas selvas, bastante poblado, pero frío y poco conocido. Mas allá del *golfo de Georgia*, el país es bastante fértil, poco habitado, y pertenece á los ingleses.—Mas al N. el país es desierto, montuoso, sin ríos, sin vegetación, recorrido por miserables tribus, y pertenece nominalmente á los rusos.—Cerca de la costa se halla un gran número de islas. En la de *Jorge III* está la *NUEVA ARCANGEL*, capital de los establecimientos rusos.—Mas al N. están las *Alentinas*.

4. **Divisiones políticas.**—Esta vertiente comprende: 1.º La parte oriental de la república de GUATEMALA; 2.º La parte oriental de los ESTADOS-UNIDOS de México; 3.º territorios que pertenecen á los ESTADOS-UNIDOS DEL NORTE, á la AMÉRICA INGLESA y á la AMÉRICA RUSA.

§ II. **Vertiente del mar de México.**—1. Esta vertiente se divide en tres partes: 1.º La vertiente oriental del *mar de las Antillas*, desde el istmo de Panamá hasta el cabo *Catoche*; 2.º la vertiente oriental del *golfo de México*, desde el cabo *Catoche* hasta el lago *Sabina*; 3.º la hoya del *Misisipi*.

2. **Vertiente oriental del mar de las Antillas.**—Esta vertiente es ardiente, lluviosa, insalubre, mal poblada; pero sus selvas son magníficas y sus montañas inaccesibles. Habitan las belicosas tribus de los *mosquitos*.—El *San Juan* es el mas notable de sus ríos que nace en el lago *Managua*, cerca de la ciudad de LEON, corre al de *Nicaragua* y concluye en el *golfo de Matina*.—Entre los puertos principales de la vertiente se cuenta VERAPAZ, sobre un río que desagua en el *Dolce*.

3. **Vertiente oriental del golfo de México.**—La península de Yucatán, cuya única ciudad es CAMPECHE, es notable por sus bosques de *campeche*, de que hace gran comercio.

La costa semicircular de México, desde la laguna de *Términos* hasta la de *Sabina*, no presenta ningun puerto, la vertiente es estrecha al S., al N. ancha y casi llana, con ríos considerables; los principales son: 1.º El *Tabasco*, que baña CHIAFAS, notable por su poblacion indígena.—En su hoya están las ruinas de *Calhuacan* ó *Palenque*, los mas grandes y curiosos monumentos del *Nuevo-Mundo*, obra de un pueblo desconocido y que habia llegado á un alto grado de civilizacion.—Entre la desembocadura de *Tabasco* y de *Moctezuma* se halla VERACRUZ, donde es endémica la fiebre amarilla.—2.º El *Moctezuma*, que nace en la mesa de México, la mas notable del globo, atravesado de N. á S. por una serie de cinco lagos. El del medio es el *Tescuco*, sobre cuya orilla occidental se halla MEXICO, antigua capital del imperio de los *Aztecas* y del vireinato de México, y hoy de la confederacion de los *Estados-Unidos de México*; es una de las ciudades mas ricas y hermosas del mundo, con 180,000 habitantes.—El *Moctezuma* termina en TAMPICO, ciudad nueva.—3.º El *Río Grande del Norte* baja de la *Sierra Verde*, atraviesa los países casi desiertos del *Nuevo-México*, pasa cerca de SANTA FE y sigue luego por el país de los feroces *apaches* hasta el fin de su curso.—Entre el *Río del Norte* y el *Misisipi* se halla un país fértil, pero casi enteramente desierto, ó habitado por indios, que forma hoy la república de TEJAS.

4. **Divisiones políticas.**—Esta vertiente constituía el vireinato de México, hoy está dividido en dos estados. El mas considerable al N. es la república de los ESTADOS-UNIDOS de México. Dividida en diez y nueve estados y cinco territorios: uno de ellos es la pequeña república de TEJAS.—El mas pequeño al S. es la república de los ESTADOS-UNIDOS DE LA AMÉRICA CENTRAL ó de GUATEMALA, dividida en ocho estados.

5. **Hoya del Misisipi.**—Está formada por la vertiente oriental de las *Montañas Rocallosas*, la vertiente meridional de una serie de alturas que separan las hoyas del *Winipeg*, del río de *San Lorenzo* y del *Misisipi*, y la vertiente occidental de los *Alleghany*. Su direccion general es de S. á N.

6. **Aspecto general del país.**—Es un país generalmente llano, cubierto de sábanas y de selvas, fértil y cenagoso en la proximidad de los ríos, montuoso en las partes occidentales. El O. y N. están casi desiertos ó recorridos por los indios salvajes. El E., y especialmente el S., comienza á ser algo poblado y civilizado. La costa contiene muy pequeños puertos.

7. **Curso del Misisipi.**—El *Misisipi* nace en una pequeña mesa, atraviesa el país de los indios *sims*, que forma la mas poderosa nacion indígena de la América septentrional, pasa por SAN LUIS, ciudad importante y centro de la navegacion interior de la América septentrional del Norte. Entonces el río atraviesa el país de los indios *cherokis* y *choctuanas*; baña á NATCHEZ, ciudad pequeña y floreciente, y limitado por su derecha con verdes sábanas que se pierden de vista, y por su izquierda por colinas cubiertas de árboles y lianas impenetrables, sigue por una inmensa llanura de aluvion cortada en todos sentidos por afluentes, lagos ó islas, se prolonga en varios brazos y corre por una península llena de lagunas, vasta soledad acuática, donde el río varía cada año de álveo, que le conduce á su término.—So-

bre el principal brazo está situada NUEVA-ORLEANS, grande y rica ciudad, antigua capital de la Luisiana, con 50,000 habitantes.

8. **Afluentes de derecha.**—El principal es el *Missouri*, que tiene 600 leguas de curso, y atraviesa muchos países habitados por indígenas.

9. **Afluentes de izquierda.**—El principal es el *Ohio*, formado de otros dos, el *Alleghany* al N., que baja de las rocas del lago *Erie* y el *Monongahela* al S., que baja de los montes *Alleghany*, que se reúnen en *PITTSBOURG*, ciudad muy floreciente.—El *Ohio* baña en seguida otras poblaciones, entre ellas *CINCINATI*, centro del comercio del *Ohio*.—Entre sus afluentes mencionaremos: 1.º el *Scioto*, que pasa por *COLUMBUS*, capital del estado de *Ohio*; 2.º el *Kentucky*, que baña á *FRANCFORT*, capital del estado de *Kentucky*, país fértil y pintoresco; 3.º el *Wabash* que recibe el *Blanco*, que pasa por *INDIANAPOLIS*; 4.º el *Cumberland*, que baña á *NASHVILLE*, capital del estado del *Tennessee*; 5.º *Tennessee*, que atraviesa el pequeño estado de este nombre, país montuoso y muy fértil.

10. **Curso de las aguas al E. de la desembocadura del Misisipí hasta el cabo Florida.**—1.º El *Mobile*, compuesto de dos ríos, uno de los cuales es el *Alabama*, que baña á *CAHAWBA*, capital del estado de *Alabama*, país bajo y mal sano en las costas, montuoso y fértil en lo interior.

La *Florida* occidental, parte de la península de la *Florida*, es un país casi desierto, que no encierra cosa alguna notable.

11. **Divisiones políticas.**—La hoya del *Misisipí*, á escepcion de una pequeña parte al S. O. que está comprendida en el territorio de *MEXICO*, pertenece á la confederacion de los *ESTADOS-UNIDOS* de la América del Norte.

§ III. **Vertiente del Océano Atlántico.**—1. Esta vertiente se divide en dos partes: 1. *Vertiente de los Alleghany*; 2. hoya del *San Lorenzo*.

2. **Vertiente de los Alleghany.**—Ancha al medio, estrecha al N., surcada de ríos, de pequeñas montañas, de colinas y llanuras soberbias; esta vertiente es el país mejor cultivado, mas poblado y civilizado del Nuevo Mundo.

Hállase desde luego al S. la *Florida oriental*, que presenta el mismo aspecto que la *Florida occidental*.—Su capital es *SAN AGUSTIN*.

Los ríos de esta vertiente son numerosísimos; solo citaremos:

1.º El *Alatahama*, que atraviesa el estado de *Georgia*, país de lomas, y baña su capital *MILLEDGEVILLE*.

2.º El *Sawannah* baña á *AUGUSTA* y termina en *SAWANAH*.

3.º Entre el *Sawannah* y el *Congare* se halla *CHARLESTON*, puerto vasto y seguro.

4.º El *Congare* baña *COLUMBIA*, capital de la *Carolina del Sur*, país cálido y húmedo.

5.º El *Nuse* pasa cerca de *RALEIGH*, capital de la *Carolina del Norte* y termina en el estrecho de *Paulico*, cerca del cual se halla *BRAEFORT*, buen puerto.

6.º El *James*, baja de las montañas *Azules*, baña *RICHMOND*, capital de la *Virginia*.

7.º El *York*, nace cerca de *CHARLOTTEVILLE* y termina en la bahía de *Chesapeake*.

El *James* y el *York* atraviesan la *Virginia*, país cuya costa es baja y arenosa, fértil y pintoresco hácia las montañas *Azules*, y montuoso y fértil en el gran valle que recorre el *Potomak*.

8.º El *Potomak* nace en los *Alleghany* y baña *WASHINGTON*, capital de la union, puerto seguro y comerciante, con 200,000 habitantes.—Este río se une al *Ohio* por un canal de 340 millas inglesas de largo y en su curso hay 398 esclusas.

9.º El *Patapsco*, atraviesa el estado de *Maryland* y muere en la bahía de *Chesapeake* despues de haber bañado á *Baltimore*.

10.º El *Susquehannah*, que atraviesa el estado de *Pensylvania*, país montuoso, fértil y bien poblado, baña *HARRISBURG*, su capital, y termina su curso en la bahía de *CHESAPEAKE*.—Esta bahía es uno de los puntos mas notables del globo por su posición central, por el gran número de ríos que recibe y por la multitud y excelencia de sus puertos. Tiene 70 leguas de largo.

11.º El *Delaware* separa la *Pensylvania* de los estados de *New-York* y *New-Jersey*, baña *TRENTON*, capital de este último, país entre fértil y arenoso, y á *FILADELFIA*, la segunda ciudad de la Union, puerto seguro y vasto, con 180,000 habitantes.

12.º El *Hudson* baja de las alturas que rodean el lago *Champlain*, baña á *ALBANY*, donde comienza el canal de *Hudson* en el lago *Erie*, y termina su curso en *NUEVA-YORK (NEW-YORK)*, ciudad la mas comerciante, la mas poblada é importante de la Union. Está situada en el fondo de una vasta bahía sobre la isla de *Marhatan*, á la desembocadura del río, que comunica por dos soberbios canales con los dos lagos mencionados; 200,000 habitantes.

Los demas ríos ofrecen poco notable; pero en la costa se hallan dignos de mención: 1.º *PROVIDENCIA*, buen puerto sobre la bahía de *Narransett*, capital del estado de *Rhode-Island*.—2.º *BOSTON*, ciudad grande y hermosa, capital de *Massachusetts*, situado en el fondo de una vasta bahía, con un hermoso puerto y 60,000 habitantes.—Cerca de aquí está *CHARLES-TOWNS*, importante por su arsenal marítimo, una de las obras maestras de la arquitectura naval.—3.º *PORTSMOUTH*, hermoso puerto.—4.º *PORTLAND*, capital del estado de *Maine*.

3. **Divisiones políticas.**—La vertiente de los *Alleghany* pertenece esclusivamente á la CONFEDERACION ANGLO-AMERICANA ó *ESTADOS-UNIDOS* de la América del Norte. Esta confederacion está limitada al E. por el océano Atlántico, al N. por la Nueva-Bretaña, al O. por el Grande Océano y la confederacion Mexicana, al S. por el golfo de México.—Compónese de 24 estados soberanos, de un distrito federal, donde está la capital de la confederacion, de tres territorios, y del distrito occidental ocupado por los indios independientes. La civilizacion de estos estados está al nivel de los mas avanzados de la Europa. Su gobierno presenta el fenómeno único de una democracia absoluta sin contrapeso.

4. **Hoya de San Lorenzo.**—Está formada por la vertiente occidental de los *Alleghany*, por la vertiente septentrional de las mesas que le separan del *Misisipí*, por la vertiente meridional de las colinas que le separan del mar de *Hudson*.

5. **Aspecto.**—Esta Hoya es única sobre el globo por la serie de grandes lagos, y que hacen de ella una especie de Mediterráneo, cuya salida es el río. —El país es fértil, cubierto de selvas y poco poblado: los inviernos son rigorosos.

6. **Costas.**—Forman penínsulas á los dos lados del *Golfo de San Lorenzo*, y varias islas que le cierran.—La península del S. es la *Nueva Escocia*, país montuoso, fértil, bien cultivado y con buenos puertos.—Su capital es el puerto de HALIFAX.—La península del N. es el *Labrador*, monton de montañas y de arenales cortados por lagos y ríos, vastas y horribles soledades casi siempre heladas, donde andan errantes las miserables tribus de los *esquimales*.—Las islas son: CABO BRETON, con buenos puertos y poco habitado.—2.º La de SAN JUAN, fértil, buen puerto.—TERRANOVA, grande fría y estéril. El gran banco de *Terranova*, que se estien- de al E. de la isla, es célebre por la gran cantidad de bacalao que allí se pesca.

7. **Curso del San Lorenzo.**—Este río corre por el país de los *algonquidas*, y cae en el lago *Superior*, que tiene quinientas leguas de circuito, y recibe cuarenta ríos. Este gran lago se lanza por una serie de bajadas rápidas, llamadas *Salto de Santa María*, en el lago *Huron*, que tiene trescientas leguas de circuito.—Este segundo lago recibe por su estrecho las aguas de otro lago llamado *Michigan*.—El *Huron* vierte sus aguas en el *Saint-Clair*, pequeño lago que desagua en el *Erie* por el apacible canal llamado *Estrecho*, sobre el cual está la ciudad del ESTRECHO.—El *Erie* á su salida forma la magnífica cascada de *Niágara*, cerca de la ciudad de NIAGARA, situada sobre el lago *Ontario*.—Este vierte sus aguas en *Mil-Islas*, en cuya orilla está situada KINGSTON, la ciudad mas fuerte y comerciante del *Alto Canadá*.—A la salida del lago de *Mil-Islas* comienza realmente el río *San Lorenzo*, formando numerosas islas.—Entonces el río baña: 1.º MONTREAL, primera ciudad de comercio del *Canadá*; 2.º QUEBEC, capital de la *América inglesa del Norte*.—En sus cercanías está la isla de *Orleans*.—El río termina su curso por un ancho golfo delante de la isla de *Anticosti*.

8. **Afluentes.**—Los que vienen á los lagos son poco considerables: aun de los del río solo merecen mencionarse: 1.º El *Ottawa*, á la izquierda, atraviesa varios lagos, forma hermosísimas cataratas, y en cuya hoya habitan los restos de la nacion de los *iroqueses*, diseminados en pobres aldeas.—2.º El *Saguenay*, tambien de izquierda, que vierte sus aguas en el lago *San Juan*, y tiene soberbias cataratas.—3.º El *Sorrelle*, de derecha, que desemboca en el lago *Champlain*.

9. **Divisiones políticas.**—Esta hoya está dividida próximamente por iguales partes entre los habitantes de la UNION y los INGLESES.—La línea de lagos forma la demarcacion entre los dos pueblos, esceptuando el *Michigan*, que pertenece á la Union. Esta línea se continúa por el río hasta *Stormont*, desde cuyo punto los ingleses tienen las dos orillas.—La parte inglesa al N. de los lagos y del río forma el *Alto y Bajo Canadá*.

§ IV. **Vertiente del mar de Hudson y del mar Artico.**—1. Esta vertiente, que se estiende desde el estrecho de *Hudson* al estrecho de *Behring*, se divide en dos partes: 1.º *Vertiente del mar de Hudson*; 2.º *Vertiente del mar Artico*.

2. **Vertiente del mar de Hudson.**—Consiste en una inmensa soledad cubierta de rocas, lagos y ríos, que pertenece nominalmente á la Inglaterra, y está habitada por algunas hordas de salvajes.

3. **Vertiente del mar Artico.**—Es mas desierta y horrible que la anterior.—Algunas hordas de *esquimales* salvajes y miserables viven allí dedicados á la pesca, que es su único alimento.

§ V. **Tierras polares.**—Todo el archipiélago recientemente descubier- to entre el mar de *Bafin* y el de *Hudson* está compuesto de tierras heladas é inhabitadas.

**Groenlandia.**—Al E. de la bahía de *Bafin*. Esta tierra, que parece com- puesta de dos ó tres islas, es un monton de rocas y hielos, y solo sobre la costa oc- cidental se ve alguna vegetacion escasa y pocos habitantes llamados *groenlandeses*, rana de *esquimales*. UPERSAWICK, sobre la costa, es un establecimiento danés que convirtió y civilizó á los pobres habitantes de esta tierra desolada.

**Islandia.**—Isla grande al E. de la anterior, compuesta de una masa de ro- cas siempre cubiertas de nieve y arrojando fuego por sus flancos.—Se cuentan mas de diez volcanes en actividad; el mas célebre es el *Hecla*.—Los *islandeses*, civiliza- dos por los daneses, son industriosos, buenos, religiosos, pastores ó pescadores: su suelo solo produce en algunos puntos legumbres y pestos.

**Spitzberg.**—Grupos de islas heladas y desiertas, que solo se frecuentan para la pesca de la ballena.

§ VI. **Archipiélago Colómbico.**—1. Este archipiélago está situado en el oceano Atlántico, entre las dos penínsulas americanas.—Compónenle las *Antillas* y las *Lucayas*.

2. **Antillas.**—Forman una cadena semicircular desde el golfo de *Maracaibo* al canal del *Yucatan*.—Su núcleo es de 360 leguas.—Son fértiles, pero sujetas á terribles huracanes; el calor es excesivo y el clima poco favorable á los europeos.—Sus principales producciones son el azúcar, el café, el tabaco, el cacao y el algo- don.—Sus montañas son desnudas y áridas; sus valles profundos y pintorescos.—Fueron descubiertas por Colon. Dividense en *islas de sotavento* y en *pequeñas y grandes Antillas*.

Entre las *islas de sotavento* son notables: 1.º *Curazao*, que pertenece á la Ho- landa; y 2.º *la Margarita*, que pertenece á la Colombia.

Las *pequeñas Antillas* comprenden entre otras: 1.º *La Trinidad*, situada á la desembocadura de *Orinoco*; 2.º *Tabago*; 3.º *Granada*; 4.º *San Vicente*; 5.º *La Barbada*; 6.º *Santa Lucía*.—Estas islas pertenecen á los ingleses. 7.º *La Martini- ca*, cuyo suelo es generalmente fértil y sano en la proximidad del mar, pero estéril é insalubre en las tierras elevadas. Su centro está ocupado por selvas impenetra- bles.—Pertenece á la Francia. Su capital es PORT-ROYAL, situada sobre la costa septentrional en una vasta bahía. 8.º *La Dominica*, de la Inglaterra; 9.º *María Galante*; 10.º *La Guadalupe*.—Estas islas pertenecen á la Francia. 11.º *Antigua*, muy fértil, y encierra ENGLISH-HARBOUR, uno de los mejores arsenales de las *Antillas*: pertenece á Inglaterra. 12.º *Santo Tomás y Santa Cruz*, islas muy flo- scientes y bien cultivadas, que pertenecen á los daneses.

Las grandes Antillas se componen de *Puerto-Rico*, *Haití*, la *Jamaica* y *Cuba*.

**Puerto-Rico.**—Es la menor de las Grandes Antillas, y pertenece á España. Tiene unas 500 leguas cuadradas y 200.000 habitantes. Hállase situada al oriente de Cuba, y entre ambas está Santo Domingo.—Súrcale una cadena de montañas de E. á O.—Su suelo es fértil, aunque no muy bien cultivado: á pesar del calor, es clima sano.—Produce tabaco, azúcar y algodón. La capital y residencia de las autoridades, es SAN JUAN DE PUERTO-RICO, puerto magnífico y floreciente, defendido por importantes obras, que hacen de esta ciudad una de las plazas mas fuertes de la América, con 35.000 habitantes. Esta isla forma una capitania general, una audiencia y un obispado sufragáneo de Cuba.

**Haití ó Santo Domingo.**—Esta isla presenta en grande escala las calidades y defectos de las Antillas.—Clima húmedo, vegetación admirable, suelo inagotable en fertilidad, mar soberbia y limpia, huracanes devastadores.—Esta isla perteneció de por mitad á la Francia y á la España.—Hoy forma una república con el nombre de Haití, donde solo imperan los hombres de raza negra.—Sus principales ciudades son: 1.º SANTO DOMINGO, sobre la costa meridional, fundada por Colon, antigua capital de la parte española, hoy muy decaída.—2.º PUERTO PRÍNCIPE, sobre la costa occidental, en el fondo del golfo de Cánova, capital de la república: 15.000 habitantes.—3.º EL CABO, sobre la costa septentrional, antigua capital del reino de Haití, hoy muy decaída.

**Jamaica.**—Esta isla, montañosa, fértil y bien cultivada, pertenece á los ingleses. Su capital es KINGSTOWN, ciudad muy comerciante, sobre una bahía, y 30.000 habitantes.

**Cuba.**—La mayor y mas hermosa de las Antillas.—Tiene 274 leguas de largo de E. á O., 40 de ancho y 3.497 leguas cuadradas de superficie. Atraviésala una cordillera de montañas en toda su longitud, que envía sobre sus dos vertientes 150 rios. Al pié de las montañas hay vastas praderas, siempre verdes y llenas de ganados salvajes y domésticos. El suelo, gozando el vigor y cualidad de la zona tórrida, produce maiz, gengibre, pimienta, zábila almáciga, pulpa, yuca, fistula, tabaco, azúcar y cacao. Esta isla, que pertenece á España, es hoy la mas rica de las colonias europeas; tiene un millon de habitantes; 418.000 blancos y 588.000 de color, y de estos 152.000 libres y 436.000 esclavos. En lo militar constituye por sí sola una capitania general; en lo eclesiástico abraza las diócesis de Cuba y la Habana: en lo judicial comprende las dos audiencias de la Habana y Puerto-Príncipe, con 25 jurisdicciones; y en lo gubernativo forma tres departamentos, con 279 partidos rurales, 226 poblaciones y caseríos. La prosperidad de Cuba es muy moderna; y en varias cosas muestra la colonia mas opulencia que la metrópoli, pues tiene caminos de hierro, mucho lujo y abundancia de carruajes. Sus rentas marítimas y terrestres suben á 230 millones de reales. Los extranjeros codiciaron constantemente esta isla, y fué objeto de varios ataques.—Su capital es la HABANA, ciudad muy comerciante, muy populosa, una de las plazas mas fuertes y uno de los mas hermosos puertos del globo.—Está situada sobre la costa septentrional, enfrente de la Florida y en una posición muy pintoresca á la embocadura del rio *Lagida*.

Cuenta 50.000 habitantes: intramuros y 85.900 estramuros, que hacen 135.000, los 61.000 blancos, 35.000 libres, de color, y 39.000 esclavos. Los fuertes *Morro* y de la *Punta* defienden la entrada del puerto.—La ciudadela se llama la *Cabaña*. Las otras obras son los fuertes de *Atarés* y del *Príncipe*, y la batería de *Santa Clara*.

Los demas puertos de la isla son: 1.º SANTIAGO DE CUBA, sobre la costa meridional, capital del departamento oriental, con 24.000 habitantes.—2.º MATANZAS.—3.º TRINIDAD.—4.º CIENFUEGOS.—5.º NUEVITAS.—6.º MANZANILLO.—7.º BARACOA.—8.º SANTA CRUZ.—9.º SANTO ESPIRITU.—10.º GIBARA.—11.º REMEDIOS.—Todos estos puertos son habilitados, y por ellos hay anualmente un movimiento comercial de mas de mil millones de reales.

3. **Lucayas.**—Estas islas se estienden al N. de las Grandes Antillas, desde Haití á la Florida.—Se cuentan 14 grupos de islas grandes, mas de 500 grupos de islas pequeñas, entre islotes, bancos y arrecifes.—Todas están rodeadas de escollos, y son poco fértiles, pero sanas. La principal es la *Providencia*.—La mas célebre es *Guanahani ó San Salvador*, por ser la primera tierra americana que descubrió Colon.—Pertenecen á los ingleses.

Las *Bermudas* componen un corto archipiélago á 200 leguas de las costas orientales de los Estados-Unidos, y que pertenecen tambien á los ingleses.—Su capital es SAN JORGE.

## NOTA.

Hemos dejado intacta en la Geografía que precede la parte concerniente á México, á pesar de lo mucho que habria que cambiar en ella, por no interrumpir el contexto: mas en el Apéndice, ó Adiciones que van á continuacion, se hallará esta materia tratada con cuanta exactitud nos ha sido posible, valiéndonos para ello aun de noticias hasta ahora inéditas.—EE.



## ADICIONES

SOBRE

## LA REPÚBLICA MEXICANA.

Los límites de la República mexicana son al E. el golfo de México; al S. Guatemala; al O. el Océano Pacífico, y al N. los Estados Unidos, cuyos límites naturales con México eran según el tratado ajustado con aquella nación y ratificado en 1832, los ríos Sabina, Rojo y Arkansas; mas ahora por el artículo 5.º del tratado de Paz entre la República mexicana y los Estados Unidos de América, ratificado el 30 de Mayo de 1848, la línea divisoria entre las dos Repúblicas comenzará en el golfo de México, tres leguas fuera de tierra frente á la desembocadura del Río Grande, llamado por otro nombre Río Bravo del Norte, ó del mas profundo de sus brazos; si en la desembocadura tuviere varios brazos, correrá por mitad de dicho río, siguiendo el canal mas profundo donde tenga mas de un canal, hasta el punto en que dicho río corta el lindero meridional de Nuevo-México: continuará luego hacia Occidente, por todo este lindero meridional (que corre al Norte del pueblo llamado Paso) hasta su término por el lado de Occidente; desde allí, subirá la línea divisoria hacia el Norte por el lindero occidental de Nuevo-México, hasta donde este lindero esté cortado por el primer brazo del río Gila: (y si no está cortado por ningún brazo del río Gila, entonces, hasta el punto del mismo lindero occidental mas cercano al tal brazo, y de allí en una línea recta al mismo brazo, continuará despues por mitad de este brazo;) y del río Gila hasta su confluencia con el río Colorado; y desde la confluencia de ambos ríos la línea divisoria, cortando el Colorado, seguirá el límite que separa la Alta de la Baja California hasta el mar Pacífico.

Los linderos meridional y occidental de Nuevo-México de que habla este artículo, son los que se marcan en la carta titulada: "Mapa de los Estados Unidos de México, según lo organizado y definido por las varias peticiones del Congreso de dicha República, y construido por las mejores autoridades, edición revisada que publicó en Nueva-York en 1847 J. Disturnell." Y para evitar toda dificultad al trazar sobre la tierra el límite que separa la Alta de la Baja California, queda convenido que dicho límite consistirá en una línea recta, tirada desde la mitad del río Gila en el punto donde se une con el Colorado, hasta un punto en la costa del mar Pacífico distante una legua marina al Sur del punto mas meridional del puerto de San

Diego, según este puerto está dibujado en el plano que levantó el año de 1782 el segundo piloto de la armada española D. Juan Pantoja, y se publicó en Madrid el de 1802, en el Atlas para el viage de las goletas Sutil y Mexicana (1).

La República Mexicana está comprendida entre los 15° 30' y 42° de latitud N., y entre los 89° y 127° de longitud O. Tiene como mil leguas de largo de N. O. á S. E., y su anchura media viene á ser de 300: su superficie es de 118.478 leguas cuadradas, según el Barón de Humboldt.

Antes de su independencia, la República mexicana se llamaba Nueva-España, y estaba dividida en doce intendencias, á saber: la de San Luis Potosí, que comprendía las provincias de Coahuila, Nuevo Leon, Tejas y Tamaulipas ó Nuevo Santander; la de Sonora, que comprendía tambien á Sinaloa; la de Durango ó Nueva Vizcaya, que comprendía tambien á Chihuahua y Nuevo-México; la del reino de Nueva Galicia ó Guadalajara, que comprendía á Colima; la de Mérida ó Yucatan; la de México, que comprendía á Querétaro; la de Oajaca; la de Veracruz, que comprendía á Tabasco; la del reino de Michoacán ó Valladolid; la de Puebla, que comprendía á Tlaxcala; la de Zacatecas y la de Guanajuato. Las Californias dependían en lo político de México, aunque en lo militar pertenecían á Sonora; Chiapas era de Guatemala.

Despues de la independencia, las provincias ó intendencias se convirtieron en 20 Estados conferados entre sí, cuyos nombres son los siguientes: Chihuahua, Durango, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, Guadalajara ó Jalisco, San Luis, Coahuila y Tejas, Nuevo Leon, Nuevo Santander ó Tamaulipas, Querétaro, Guanajuato, Michoacán, México, Puebla, Veracruz, Oajaca, Tabasco, Chiapas y Yucatan; cinco territorios, Tlaxcala, Nuevo-México, Baja California, Alta California y Colima, y el distrito federal, capital de la República, que es la residencia de los supremos poderes de la Federación, y comprende un círculo cuyo radio es de dos leguas, teniendo por centro la ciudad de México.

Habiendo la República alterado su régimen gubernativo, dividió su territorio en 24 departamentos en lugar de Estados, que son el de Coahuila, Tejas, Nuevo-México, las dos Californias, Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, Jalisco, S. Luis Potosí, Nuevo Leon, Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, que comprendía á Colima, Querétaro, México, que comprendía á Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Oajaca, Tabasco, Chiapas y Yucatan.

Los departamentos volvieron á tomar el nombre de Estados, habiéndose erigido el Sur de México en Estado de Guerrero, y menoscabado por el tratado de Paz, el territorio de la Alta California, Tejas, y una parte de los Estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo-México y Tamaulipas, cuyo territorio perdido se ha graduado en 81.730 leguas cuadradas mexicanas, como puede verse en las discusiones del tratado de paz.

Si atendemos al aspecto físico de la República mexicana, observaremos que el

(1) Como las personas nombradas por el gobierno para arreglar definitivamente en el puerto de S. Diego los espresados límites, en union con los que haya nombrado el gobierno de Washington, aun no terminan su comision; y el resultado convenido por dichos comisionados se debiera tener por parte del tratado de Paz; en el presente Catecismo de Geografía no se pueden marcar exactamente los límites de la República mexicana con los Estados Unidos de América.

terreno es muy bajo en las costas del golfo mexicano; pero á poca distancia de ellas se eleva gradualmente hasta llegar á una elevacion de 6 á 8000 pies sobre el nivel del mar. Las costas del mar Pacifico son elevadas y en esto se diferencian de las del seno mexicano: el interior de la República mexicana presenta el singular espectáculo de una grande estension de tierra llana sobre unas empinadas montañas.

Si observamos su fertilidad, veremos que una parte del territorio situada al Norte del trópico, es estéril por falta de humedad. Hay tambien partes improductivas en las llanuras; pero la mayor parte del territorio mexicano es uno de los países mas fértiles, mas abundantes y mas productivos del mundo.

El clima es muy templado, á pesar de tener un tercio del terreno en la zona tórrida; pero la elevacion produce una gran disminucion de calor y en una distancia de 15 leguas pueden encontrarse tres temperamentos diversos, á saber: caliente, templado y frio.

En la parte caliente y templada de la República mexicana, los principales frutos son el tabaco, el café, el azúcar, el añil, la vainilla, grana ó cochinilla, el maiz y todas las frutas de los climas ardientes, como piñas, naranjos, plátanos, chirimoyas etc. En la parte fria, el trigo, el olivo, las viñas, el pulqué, todos los granos y frutas de Europa, como peras, manzanas, ciruelas, cerezas, fresas, grosellas, duraznos, albaricoques, etc.

Los principales productos minerales, son el oro, y especialmente la plata, cuyas minas mas abundantes se hallan en los Estados de México, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Chihuahua, Sonora, San Luis Potosí y Michoacán, habiéndose calculado que en ellas han salido mas de las nueve décimas partes de toda la plata que circulaba en el mundo hasta fines del siglo XVIII.

Segun los datos mas probables, la poblacion de la República mexicana es de 7.500.000 habitantes.

Las principales montañas son las que forman la vasta cordillera de México, llamada Sierra-Madre, que atraviesa desde el Istmo de Tehuantepec, hasta los límites de los Estados de Chihuahua y Durango, dividiéndose luego en dos ramales con direccion al Poniente, y al Norte, y en cuya cadena, hay algunas cimas cuya elevacion sobre el nivel del mar pasa de 15.000 pies.

Las principales alturas en la República mexicana son la del Popocatepetl (que en idioma mexicano quiere decir montaña que arroja humo) es la mayor de todas y tiene 16.626 pies sobre el nivel del mar: la del Citlaltepétl (que en el mismo idioma quiere decir montaña brillante como una estrella) comunmente se conoce por Pico de Orizava, tiene 16.302 pies; y se ve en el mar á distancia de 50 leguas: la Ixtaccihuatl (ó muger blanca) tiene 14.730 pies, y el Naucampatepetl (ó montaña cuadrada) llamada por los españoles Cofre de Perote que tiene 12.534 pies (2).

(2) De la Geografía física, sacada de la séptima edicion de la Enciclopedia británica por T. S. Traill, impresa en Edimburgo el año de 1838, están tomadas las siguientes alturas expresadas en pies ingleses.

Volcan de Popocatepetl.....	17.716
Pico de Orizava.....	17.371
Nevado de México.....	15.700

Los volcanes mas notables son el de Puebla, llamado Popocatepetl, el de Orizava, el de Colima, el de Jorullo y el de Tuxtla.

Los golfos y bahías principales, son el golfo de Californias, llamado tambien mar Bermejo ó mar de Cortés, el golfo de Tehuantepec, el golfo de México, y las bahías de Campeche, de San Bernardo, de Galveston, y la de S. Francisco en la Alta California.

En el golfo de México los puertos principales son, el de Veracruz, Tampico, Matamoros y Campeche, y en el grande Oceano ó mar Pacifico, Acapulco, San Blas, Mazatlan y Guaimas.

Los cabos mas notables son el Mindocino, el San Lucas, y el Corrientes en el mar Pacifico; y Catoche á la entrada del golfo de México.

En el mar Pacifico las principales islas que pertenecen á la República mexicana son las de Santa Cruz, Santa Catalina, Tiburón, Santa Ines, Cármen, Marías ó Marianas, y las de Revillagigedo; y en el Atlántico y golfo de México la de Cozumel y del Cármen.

Los rios principales son, el Bravo del Norte, que corre 600 leguas desde su origen, y desemboca en el puerto de Matamoros en el golfo de México, atravesando los Estados de Nuevo-México, Chihuahua, Coahuila, Nuevo Leon y Tamaulipas: el rio de Santiago, que tiene como 200 leguas de largo, nace en la ciudad de Lerma, pasa por la laguna de Chapala, y va á desembocar cerca del puerto de San Blas, despues de atravesar los Estados de México, Michoacán, Guanajuato y Jalisco: el Pánuco que desemboca en el puerto de Tampico: el rio de Alvarado, el Goatzacoalcos, Brazos, Colorado y Nueces en el golfo de México: y el Mayo, Yaqui, Gila y Colorado en el Pacifico.

Los principales lagos son el de Chapala, en el Estado de Jalisco, que tiene como 120 leguas de circunferencia; el de Pátzcuaro, en el Estado de Michoacán: el de Parras y Agua verde, Estado de Coahuila: el del Caimán, Estado de Durango; el de Timpanogos, en la Nueva California: la Laguna de Términos, en Yucatan; lagos de Mandinga y la Culata, en el Estado de Veracruz, y el de Tamangua en el mismo Estado.

Las principales ciudades de la República mexicana son México, que es su capital, llamada antiguamente Tenoxtilán; Puebla de los Angeles, Guadalajara, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Morelia, Zacatecas, Durango, Oajaca, Veracruz, Campeche y Mérida.

Nevado de Toluca.....	15.159
Cofre de Perote.....	13.514
Cerro de Ajusco.....	12.052
Pico de Tancitaro.....	10.428
Volcan de Colima.....	9.186
Volcan de Jorullo.....	4.267
México.....	7.479
Toluca.....	8.518
Jalapa.....	8.339
Guanajuato.....	6.836
Real del Monte.....	9.057
Mina de la Valenciana.....	7.637

Ninguna ciudad del nuevo continente, sin exceptuar las de los Estados-Unidos, ofrece edificios tan bellos y tan sólidos como la capital de la República.

Las calles de México son espaciosas y tiradas à cordel, adornadas sus grandes y bellas casas con azoteas que presentan un aspecto agradable; varias tienen dos millas de largo. La plaza mayor es una de las mas hermosas que existen, la magnífica Catedral, el antiguo palacio del Virrey, la casa de Estado edificada por Cortés y una fila de casas en portales forman el contorno; en medio se elevaba una bella estatua ecuestre de Carlos IV fabricada en el mismo México, hoy existe en su Universidad y considerada como la primera del mundo despues de la de Marco Aurelio de Roma. Entre los edificios públicos que decoran á esta Metrópoli mencionaremos los siguientes: la Catedral que es el mayor y mas suntuoso templo de toda América; por lo que hace á los ornamentos en metales preciosos, este templo como el de Puebla, son singulares en el mundo; el palacio del gobierno (en otro tiempo palacio del Virrey), residencia del presidente de la República, con varias oficinas públicas, á saber: Los ministerios, la tesorería y comisaría generales, la comandancia general y la mayoría de plaza, el archivo general, los almacenes generales de ejército, el jardín botánico, buenos y diversos cuarteles para infantería y caballería, la moneda, las dos cámaras del congreso general con todas sus oficinas, la Suprema corte de justicia, supremo tribunal de la guerra, y sociedad de estadística. La casa de moneda de México debe mirarse como el establecimiento de este género mas singular que ha existido, por la asombrosa cantidad de pesos que se ha acuñado en él y que circulan por todas partes del globo; cuando las minas han estado en plena actividad; 20 volantes servidos por 400 operarios, acuñaban 80,000 ps. por día. A pesar de los estrechos límites de esta obra no podemos menos de dar al lector el arbitrio de apreciar la inmensa actividad de que hablamos, comparada con la de semejantes establecimientos de Inglaterra y Francia, considerados como los mas activos del antiguo continente. De 1733 á 1826 se ha acuñado en la casa de moneda de México por valor de 295,794,760 libras esterlinas; en la casa de moneda de Londres, la única en el Reino-Unido para las piezas de oro y plata, desde 1727 hasta 1826, se acuñó por valor de 126,592,342 libras esterlinas; en todas las casas de moneda de Francia se acuñó durante el mismo periodo por 257,303,300 libras esterlinas. La refundición está comprendida en todos estos cálculos. El jardín botánico aunque pequeño ofrece un lugar encantador por la hermosura de las plantas que allí florecen al raso y por el número de las bonitas aves que le habitan. La Minería, este edificio cuya construcción ha costado tantos millones, no le va en zaga, en lo grandioso y bello de su arquitectura, á ningun otro de esta especie que posee la Europa. En él se halla el observatorio donde el baron de Humboldt hizo las observaciones que han servido para rectificar tantos yerros propagados por los sabios y viajeros que le habian precedido en la descripción de América. Se podrá llamar á México la Santa ciudad del Nuevo Mundo, por ser tan crecido el número de sus iglesias y conventos. Algunos de estos edificios que merecen la atención hasta del viajero que llegase directamente de Roma, reúnen la grandeza á la magnificencia; las bellas artes lo han prodiga-

do allí todo y han hecho de ellos, por decirlo así, soberbios museos; la pintura sobre todo domina de un modo muy notable. Estos son principalmente las iglesias y conventos de San Agustín, de San Francisco, Santo Domingo, de la Profesa, Concepción y Encarnación. En la iglesia de este último hay una estatua de la virgen de plata maciza muy bien trabajada y una gran araña toda del mismo metal y un trabajo esquisito. Deben tambien nombrarse el antiguo palacio de la Inquisición, notable por su elegancia y hecho actualmente colegio del Seminario; el edificio de la Universidad, los del colegio de San Ildefonso y Monte Pio, la Diputación ó Ayuntamiento, la Acordada, cárcel espaciosa y bien ventilada; el hospital de Jesus de los Naturales, fundado por Cortés, en cuya hermosa iglesia adyacente reposan las cenizas de este conquistador en un bello monumento, y la Academia de bellas artes. A un lado de la plaza mayor y el jardín botánico de que hemos hablado, México posee los hermosos paseos públicos, el paseo de Bucareli y el de la Viga, plantados de lóbiles filas de árboles, y la Alameda con magníficas fuentes y otros accesorios. México se distingue tambien por muchos establecimientos científicos y literarios, que todos los dias se van perfeccionando. Al frente de todos se ha de poner la Universidad, la escuela de Minas y la Academia de bellas artes; vienen en seguida los colejos de San Ildefonso, San Gregorio [1], el Seminario y San Juan de Letran, la escuela modelo Lancasteriana y otros muchos establecimientos de instrucción pública elemental para niños de ambos sexos. Existe una sociedad para los progresos de las artes industriales y de la agricultura, se ha fundado una escuela de medicina y se ha establecido mas en grande el jardín botánico. La Biblioteca de la Universidad y de la Catedral, el Museo de antigüedades mexicanas, rico ya de varios pedazos preciosos; el gabinete de Mineralogía afecto á la Minería y las colecciones de la Academia de bellas artes, merecen particular mención. México parece ser la segunda ciudad de América, en cuanto á la población, pues se estimó en cerca de 200,000 almas.

Los lugares mas notables situados en los alrededores de México son; *Chapultepec*, roca aislada en cuyo vértice se elevaba un palacio de Moctezuma y mas adelante se construyó una soberbia casa de recreo, ya arruinada; pero sus jardines presentan árboles magníficos que parecen haber sido plantados por los reyes de la dinastía azteca. Allí se ha establecido actualmente el colegio militar. *Tacubaya*, donde está el palacio del Arzobispo y otras muchas casas de campo pertenecientes á ricos ciudadanos de la capital; 2,500 habitantes. *Thalpan* ó San Agustín de las Cuevas, que antes de la revolución no era mas que una miserable aldea con algunos vecinos y ahora es una ciudad floreciente; muchos habitantes ricos de México van á pasar allí el verano y los de las inmediaciones por miles de miles en la Pascua de Pentecostés; 6,500 habitantes. *Tacuba*, tambien lugar de recreo para la gente

[1] En dicho establecimiento, la iglesia que se denominaba de San Pedro y San Pablo, se ha hecho una buena biblioteca pública que cuenta mas de 4,000 volúmenes; y se ha abierto al culto de los fieles, el antiguo y famoso templo de Ntra. Sra. de Loreto, uno de los mas notables por su arquitectura.

Ambas obras se han concluido en el presente año.

rica de la capital, donde se ve todavía la hermosa calzada de piedra por la que hizo Cortés su entrada á Tenoxtilan; 3,500 habitantes. *Guadalupe*, célebre por el rico Santuario de Ntra. Sra. de Guadalupe sin disputa alguna el mas reverenciado del Nuevo-Mundo y al que acuden en grandes caravanas anualmente muchos miles de peregrinos de las partes mas remotas de la capital: está construido al pié de la colina de Tepeyac, en cuya cumbre se elevaba en otro tiempo el templo de la Ceres mexicana (Cen-teolt, diosa del maíz); 2,500 habitantes. Mas lejos al N. se halla *San Cristóbal*, cerca del lago de este nombre, donde se admira el gran dique que tiene 4 millas de largo. *Huehuetoca*, notable por el célebre desagüe considerado como una de las obras hidráulicas mas gigantescas que hayan ejecutado los hombres. *Tula*, pequeña ciudad bien poblada donde se ha hallado un calendario esculpido como el de México en una enorme piedra. Al N. E. nombraremos *Otumba*, en otro tiempo grande y muy poblada, notable por su magnífico acueducto, por dos antiguas columnas curiosísimas y ricamente esculpidas, y sobre todo por la vecindad de las famosas pirámides llamadas de San Juan de Teotihuacan del nombre del pueblo en cuya inmediacion están situadas. Al E. de México se halla *Tescuco* (Acolhuacan), mirada como la ciudad mas sabia del imperio antes de la invasion española; era por decirlo así el Atenas de América, residiendo en ella los historiadores, oradores, poetas, artistas y hombres célebres en todas las ciencias cultivadas por los pueblos Aztecas. Se ven todavía las ruinas del palacio construido por los españoles despues de la conquista y los cuarteles hechos para Cortés por el jóven cacique de Tescuco, su aliado; 5,000 habitantes. A dos millas de Tescuco está situada la aldea india de Huejotla. Mas allá se encuentra al pié de la montaña cónica llamada Tecosingo, un lugar que los indigenas nombran *Baño de Moctezuma*, porque sirvió de baño á este monarca. *Chapingo*, es una aldea donde el marqués de Vivanco posee una de las mas notables haciendas del pais. Al S. E. de México se halla Xochimilco, cerca del lago de este nombre, pequeña ciudad importante por su poblacion industriosa y por algunos restos de su grandeza pasada. *Chalco*, en las orillas del lago de este nombre, pequeña ciudad notable por el gran mercado que hay allí los viernes, por sus chinampas y por el magnífico dique construido por el virey Velasco despues de la inundacion que sufrió México en 1555, con el fin de impedir la irrupcion de las aguas del lago Chalco en el de Tescuco. Por último al S. E. se encuentran primero *Lerma*, pequeña ciudad bastante bien edificada y en especial notable por su magnífica calzada; y mas lejos Toluca, importante por su poblacion por el elevado volcan, hoy apagado, á que da su nombre y por sus fábricas de jabon y de velas de sebo; allí se hacen los mejores jamones y chorizones de toda la República.

Se cree que la poblacion de la ciudad de México llega á cerca de 200,000 habitantes (1).

(1) Se calcula que el consumo anual de esta poblacion es de cerca de 17,000 reses; 250,000 carneros; 60,000 cochinos; 1,260,000 gallinas; 125,000 patos; 205,000 pavos; 65,000 pichones; 140,000 perdices; 118,000 cargas de maíz de tres fanegas; 130,000 cargas de harinones; 300,000 cargas de plúme; 12,000 barriles de aguardiente; y 6,000 arrobas de aceite de

México, en lengua azteca significa lugar ó residencia del Dios de la guerra, llamado Mexitli ó Huítzilopochtli.

La ciudad de México, segun el baron de Humboldt, tiene 7,008 pies de elevacion sobre el nivel del mar (1).

Las armas mexicanas deben su origen á una antigua tradicion de los aztecas. Pareció segun el oráculo de éstos, que el término de su fatal emigracion debia ser el lugar en que hallasen una águila parada sobre un nopal (*cactus*) cuyas raíces saliesen por las hendiduras de una peña. Este nopal se halló en 1325 de la era mexicana sobre un islote, que sirvió de fundamento al teocalli, ó sea casa de Dios, llamada despues por los españoles el gran templo de Mexitli.

El pais llamado Anáhuac antes de la conquista estaba comprendido entre los 14° y 21° de latitud norte; el imperio de Moctezuma solo abrazaba los cinco Estados de Oajaca, Veracruz, Puebla, Michoacán, y de México, cuya superficie no pasaba de 20,000 leguas cuadradas.

Los primitivos habitantes del antiguo Anáhuac fueron los Tultecas, que habiendo sido desterrados de su patria Huehuetlapan, pueblo en cuanto puede conjeturarse, del reino de Tollan, al Nordeste de Nuevo-México, emigraron á Anáhuac, y fundaron su monarquía en 667 de la era cristiana, que duró 384 años, y cuya corte y capital fué Tollan, hoy Tula, la mas antigua y mas célebre ciudad de Anáhuac.

Tuvieron nueve reyes, á saber: Chalchintlanetzin, ó sea piedra preciosa: Ixtlicuechalhuac, ó sea cara ahumada de negro: Huetzin, ó sea lumbrecita: Totepenh-Nacaóe, carne verde: Mitl Nihhtaltzin, flor de la tierrecita, reina de recomendable y elevado talento: Tecpantcalzin, casa de piedra; y Topilzin, baston. Ninguno podia ser rey mas de 25 años, aun cuando viviese ciento y mas años como se dió caso.

La monarquía tulteca concluyó, por una terrible calamidad que duró mucho tiempo, en que faltaron las aguas necesarias á los campos, y en que escaseando los frutos para el sustento de los habitantes, estos murieron en su mayor parte de hambre y de enfermedades. Tambien murió Topilzin, y con él acabó la monarquía tulteca. Los miseros restos de la nacion fueron á buscar asilo á otras partes: unos se dirigieron hácia Onohualco, ó Yucatan; otros hácia Guatemala, quedando algunas familias en el reino de Tula, esparcidas en el gran valle, donde despues se fundó México, y en Cholula, Tlaximayolan y otros puntos. De este número fueron los dos principes hijos del rey Topilzin, cuyos descendientes se empararon en las épocas posteriores con las familias reales de México, de Texcoco y de Colhuacan.

Con la destruccion de los tultecas quedó solitaria y casi enteramente despoblada la tierra de Anáhuac, por espacio de mas de un siglo, hasta la llegada de los Chi-

comer. Segun los datos hasta ahora adquiridos por la direccion de contribuciones directas, asciende el número de casas de piedra en México á 4,100.

Esta nota está tomada de la Geografía del Sr. D. J. N. Almonte.

(1) Segun Henri Duval en su Atlas Universal de las ciencias, publicado en Paris en 1839, tiene 7,550 pies.

chimecas (1). Eran estos como los toltecas que les precedieron, originarios de los países septentrionales, pudiéndose con razon llamar el Norte de América, como el de Europa, la almáciga del género humano. De uno y otro salieron, á guisa de enjambres, naciones numerosísimas á poblar las regiones del Mediodía. El país nativo de los chichimecas se llamaba Amaquemecan: esta tribu adoraba al Sol. Signieron á los chichimecas algunas otras tribus menos numerosas, pero mas civilizadas, como fueron los acolhuís, del país de Aztlan, patria de los mexicanos, y los acolhuas que despues fundaron el reino de Acolhuacan, cuya capital fué Texcoco. Duró la monarquía chichimeca como 330 años, hasta el de 1521, en que cayó como el reino de México.

Los chichimecas tuvieron trece reyes, (2) á saber: Xolotl, Nopaltzin, Tlotzin, Quinatzin, Tepochtlatzin, Ixtlixochil, Telzotzomoc, Maxtla, Netzacualcoyotl, Nezahualpiltzintli, Cacamatzin, Coanacatzin, Ixtlixochil.

Los últimos pobladores del país de Anáhuac fueron los Aztecas ó mexicanos, que en el año de 1160, abandonando su país natal, Aztlan, situado al Norte del golfo de California, al cabo de 56 años de emigracion, llegaron al valle de Tenoxtitlan por Manimalco, en la cordillera de Toluca, y por Tula. Se establecieron primeramente en Zumpango; luego en las lomas de Tepeyacac; despues en Chapultepec; y por último en Acoecolco, en donde vivieron medio siglo en la mayor miseria, y reducidos á la esclavitud por los reyes de Texcoco ó Acolhuacan. Conseguida su libertad se pasaron á Megicalzingo, de allí á Iztaacalco; y terminaron por fin su peregrinacion fundando en 1325 la gran Tenoxtitlan; que con el tiempo vino á ser la corte del vasto imperio mexicano, y la mas hermosa ciudad del nuevo mundo. Los tarascos ó michoacanos, y los tlaxcaltecas, fueron siempre independientes, aunque pagaban un tributo al emperador de México: despues de la conquista de este imperio ellos solos se sometieron á la corona de España.

Los mexicanos tuvieron once reyes: Acamapitzin, Huitzilhuilit, Chimalpopoca, Ixcoatl, Moctezuma I, Axayacatl, Tizoc, Ahuizotl, Moctezuma II, Cuiclahuazin y Quauhtimotzin, á quien dió tormento Cortés para averiguar donde tenia oculto el tesoro de Axayac, quemándole los pies, y ahorcándolo de un árbol juntamente con otros señores principales de México: esto aconteció en 1521, era malhadada y funesta para Anáhuac.

Entre los principales sucesos de la historia de México se enumeran la conquista de la ciudad por Cortés en 21 de Agosto de 1521; la ereccion del obispado por el Sr. Clemente VII en 1530; la elevacion al rango del arzobispado por Paulo III en 1545; el nombramiento de primer arzobispo de México hecho en el limo. Sr. Fr. Juan de Zumárraga; la entrada del primer virey español en 1535; la conspiracion del año de 1566, hecha por los hijos de los conquistadores para emancipar de la España el terreno conquistado; la revolucion empezada por el Sr. Hidalgo, cura de Dolores, en 16 de Setiembre de 1810 y continuada por el Sr. Morelos, cura de Caracauro; instalacion del congreso de Chilpancingo en 13 de Setiembre de 1813;

(1) Clavigero tom. 1.º pag. 81.

(2) Galeria de principes mexicanos.

adhesion de D. Agustín de Iturbide al plan de independencia en Febrero de 1821; tratado de Córdoba celebrado entre Iturbide y O-Donoju en 24 de Agosto, y entrada del ejército trigarante en 27 de Setiembre del mismo año; la reunion del congreso mexicano en 24 de Febrero de 1822; la proclamacion de Iturbide como emperador de México en Mayo del mismo año; la voz de libertad dada en Veracruz por los generales beneméritos de la patria Don Antonio Lopez de Santa-Anna y Don Guadalupe Victoria en Enero de 1823; adopcion del sistema federal por la acta constitutiva en 24 de Febrero de 1824; sancion y publicacion de la constitucion de los Estados-Unidos mexicanos en Octubre de 1824; publicacion de las siete leyes llamadas constitucionales en 30 de Diciembre de 1836; movimiento revolucionario en la capital para restablecer la constitucion federal en 15 de Julio de 1840; revolucion llamada de la Regeneracion que terminó estableciendo la administracion del general Santa-Anna, bajo las bases de Tacubaya en 28 de Setiembre de 1841; publicacion de las bases orgánicas para la nueva constitucion de la República en 13 de Junio de 1843; fin de la Administracion del general Santa-Anna en 6 de Diciembre de 1844; administracion del general Paredes en 31 de Diciembre de 1845; pronunciamiento por el restablecimiento de la constitucion federal en 4 de Agosto de 1846; instalacion del congreso constituyente extraordinario en 6 de Diciembre del mismo año; sancion y publicacion de la acta de reformas en 18 de Mayo de 1847; ocupacion de la capital por el ejército invasor del Norte América en 14 de Setiembre de 1847; tratados de paz con los Estados-Unidos en 2 de Febrero de 1848; y regreso de los Supremos poderes á la capital de la República en Junio del mismo año.

Las antigüedades mas notables de los primeros mexicanos son las pirámides de Tehoúhuacan, Cholula y Papantla; los palacios de Mila en Oajaca, y Zoehicalco cerca de Cuernavaca; y la piedra muy bien labrada que se halla en la pared de la Catedral de México, que servia de tabla á los antiguos habitantes para sus cálculos astronómicos, y que no pudo conducirse á la ciudad sin auxilio de la maquinaria; todo lo cual prueba lo muy adelantada que se hallaba la nacion azteca en la civilizacion, cuando la invasion de los españoles.

Actualmente el idioma de los mexicanos es el castellano, que se habla generalmente con mas pureza que en muchas de las provincias de España: se enseña además en algunos establecimientos los idiomas del país, como son el mexicano, el tarasco, el otomí y otros.

Los mexicanos que no están mezclados con los descendientes de españoles, son de color aceitunado; su estatura es regular, y sus miembros son de una justa proporcion; buena carnadura, frente estrecha, ojos negros, dientes firmes y blancos, cabellos tupidos, negros, gruesos y lisos, barba escasa, y por lo comun poco bello en el cuerpo. No se hallará quizá una nacion en la tierra en que sean mas raros que en la mexicana los individuos deformes. Es mas difícil hallar un jorobado, un estropeado, un tuerto entre mil mexicanos, que entre cien individuos de otra nacion (1). Lo desagradable de su color y demas faltas están de tal manera equili-

(1) Clavigero, tom. 1.º pag. 73.

bradas con la regularidad y la proporcion de sus miembros, que vienen á quedar en un justo medio entre la fealdad y la hermosura. Su aspecto no agrada ni ofende; pero entre las jóvenes mexicanas se hallan algunas bastante hermosas, dando mayor realce á su belleza la suavidad de su habla y de sus modales, y la natural modestia de sus semblantes. Las almas de los mexicanos son radicalmente y en todo semejantes á las de los otros hijos de Adán, y dotados de las mismas facultades, y nunca los europeos emplearon mas desacertadamente su razon, que cuando los supusieron incapaces de la racionalidad, pues el estado de cultura en que los españoles hallaron á los mexicanos, excede en gran manera al de los españoles cuando fueron conocidos por los griegos, los romanos, los galos, los germanos y los bretones. La generosidad y el desprendimiento son atributos principales de su carácter. El oro no tiene para ellos el atractivo que para otras naciones: dan sin repugnancia lo que adquieren con grandes fatigas. Esta indiferencia por los intereses pecuniarios y el poco afecto con que miran á los que los gobiernan, los hace rehusarse á los trabajos, y he aquí la exagerada pereza que se les atribuye: son tambien mas inclinados á castigar los delitos que á recompensar las buenas acciones. Finalmente, en el carácter de los mexicanos, como en el de cualquiera otra nacion, hay elementos buenos y malos; mas estos podrán facilmente corregirse con la educacion. Por lo demas, no puede negarse que los mexicanos modernos se diferencian bajo muchos aspectos de los antiguos, como los griegos de hoy no se parecen á los del tiempo de Platon y de Pericles. En los ánimos de los antiguos aztecas habia mas fuego, y hacian mas impresion las ideas de honor; eran mas intrépidos, mas ágiles, mas industriosos y mas activos que los modernos, aunque mucho mas supersticiosos y excesivamente crueles.

En México no hay esclavos, y en esta parte, la república mexicana es muy superior á todas las demas del continente americano, pues todas ellas tienen mas ó menos esclavos. En México todos tienen iguales derechos, sean del color que fueren.

Los artículos de esportacion de la República mexicana para Europa, por Veracruz, Campeche, Tampico y Matamoros, á mas de los metales preciosos, son el café, la vainilla, la cochinilla ó grana, el palo del Brasil, cuero sin curtir, lana y otros renglones de menor importancia; para la América del Sur, harina de Guaiamas, sebos y cueros de Californias, loza, rebozos de Guadalupe y de Puebla, caoba del Sur de México, sal de Colima y á veces azúcar de Michoucan.

En México hay manufacturas de varias clases, y en diversos Estados: las principales son de mantas, de paños ordinarios, de indianas, de rebozos, de papel, de loza, de vidrio y otras menos importantes.

La República mexicana no tiene navegacion interior, pero hay varios proyectos para promoverla; lo que se iba á poner en planta es un camino de hierro de México á Veracruz, cuya distancia será de 100 leguas mas ó menos, que se andarán en 12 horas y media. Los caminos ordinarios se hallan en regular estado, y se puede ir en coche desde la ciudad de México hasta la de Washington, capital de los Estados-Unidos de América, que se halla á distancia como de 1,200 leguas.

La religion de la República mexicana, es la católica, apostólica, romana, con exclusion de cualquiera otra; pero las creencias no están sujetas á ningun examen, y los extranjeros viven como les parece, y aun se tolera que en sus casas sigan el culto de sus padres. Los mexicanos sin distincion de castas, profesan la religion católica bajo direccion de un arzobispo, y nueve obispos, con 1,070 parroquias, seis colegios de *propaganda fide*; 148 conventos de religiosos seglares, y 58 de religiosas de varias órdenes. El ejercicio de cualquier otro culto está espresamente prohibido por la Constitucion mexicana. Aproximativamente, el clero mexicano se compone de 6,000 individuos en toda la República.

Las rentas de México antes de la independencia, ascendian á mas de 20,000,000 de pesos, que se repartian del modo siguiente:

Para gastos del gobierno colonial.....	\$ 10,500,000.
Para situados ó remesas que se hacian á la isla de Cuba, Florida, Puerto-Rico, islas Filipinas, Luisiana, Trinidad, Santo Domingo, etc.....	3,500,000.
Sobrante liquido remitido á España.....	6,000,000.
	<hr/>
	\$ 20,000,000.

En el año de 1836 solo importaban cerca de 10,000,000.

La deuda estrangera de México en 1825 no excedia de 32,000,000; en 1838 llegaba á cerca de 48,000,000; mas como se ha pagado muy poco de los dividendos, la deuda aumenta todos los años.

Las tribus de indios bárbaros mas notables en la República mexicana, son los apaches y comanches, que hostilizan continuamente á los Estados de Nuevo-León, Tamaulipas, Coahuila, Durango, Sinaloa, Chihuahua, Nuevo-México y Californias.

La forma de gobierno de la nacion mexicana, es la de República representativa, popular, federal. El supremo poder de la federacion para su ejercicio se divide, en legislativo, ejecutivo y judicial. El poder legislativo de la federacion se deposita en un congreso general. Este se divide en dos cámaras, una de Diputados y otra de Senadores. La cámara de Diputados se compone de representantes legítimos en su totalidad cada dos años por los ciudadanos de los Estados; la base general para el nombramiento de diputados debe ser la poblacion. El Senado se compone de dos senadores de cada Estado, elegidos á mayoría absoluta de votos, que califican los colegios electorales, y renovados por mitad de dos en dos años. El supremo poder ejecutivo de la federacion reside en un solo individuo, que se denomina Presidente de los Estados-Unidos mexicanos, que debe durar cuatro años.

El poder judicial de la federacion reside en una Corte Suprema de Justicia, en los tribunales de circuito, y en los juzgados de distrito. La Corte de Justicia se compone de once ministros distribuidos en tres salas, y de un fiscal, pudiendo el congreso general aumentar ó disminuir su número si lo juzgare conveniente.

El gobierno de cada Estado se divide en los tres poderes, legislativo, ejecutivo y judicial; el poder legislativo de cada Estado reside en una legislatura compuesta del número de individuos que demarcan sus constituciones particulares en el mo-

do y tiempo que lo determinen. Lo mismo se debe observar en el poder judicial por lo que toca al arreglo de sus respectivos tribunales. El poder ejecutivo reside en una sola persona que se denomina gobernador del Estado.

## NUEVO-MEXICO.

El territorio de Nuevo-México es el mas septentrional de la República mexicana; se halla situado entre los 31° y 42° de latitud Norte á lo largo del Río Bravo; tiene por límites al N. el Estado de Missouri, perteneciente á los Estados-Unidos; al S. el Estado de Chihuahua; al E. Coahuila, Tejas y territorio de Arcansas, pertenecientes á los Estados-Unidos de América, y al O. el Estado de Sonora. Latitud 36° 12'. A dicho territorio se le demarca, segun la seccion de geografia de la comision de estadística, 33,632 leguas cuadradas (1).

El principal río se llama Grande ó del Norte; tiene su origen en el Cerro de las Grullas, y corre de E. á O., hasta desembocar en el seno mexicano, llevando consigo los ríos nombrados Taoz, D. Fernando, Tezuque, Mora, Tecolote, Gallinas, Pecos, Santa Anna, Puerco, Santa Bárbara, Ojo Caliente, Chauca, Picuriz y Santa Fé, que es el que atraviesa la capital. Todos son vadeables, de agua dulce y saludable.

Hay otros varios ríos á distancia de 30 ó 40 leguas, de los confines de la Provincia. Su curso es enteramente opuesto al de los anteriores, desembocan todos en el San Juan ó Colorado, y este segun noticias lo verifica en el mar del Sur.

Hay en el territorio de Nuevo-México dos lagunas principales: la primera se halla á las treinta y cuatro leguas de la capital, hácia el Sur-Oeste, y da el nombre al pueblo de su inmediacion: tiene como dos mil varas de circunferencia. La segunda es la laguna que se encuentra en la cumbre de la sierra de Santa Fé.

Nuevo-México tiene 41,458 habitantes en las poblaciones siguientes: Santa Fé del Nuevo-México, la capital con 5,500 habitantes; Albuquerque, Santa Cruz de la Cañada. Pueblos de indios: Taoz, Picuris, San Juan Abiquien, Santa Clara, Nambé, Pojoaque, San Ildefonso, Tezuque, Pecos, Cochite, Santo Domingo, San Felipe, Sandia, Isleta, Xemez, Sia, Santa Anna, Laguna, Acoma, Zuñi, Belen.

En el paso del río del Norte, Cenecú, Isla, Socorro Real.

Los lugares que tienen mas nombre son: Santa Fé, Albuquerque, Taoz, y Santa Cruz de la Cañada.

Santa Fé.—Está á los 35° 30' de latitud Norte, y 24° 15' de longitud, regada por el río de su nombre, y como á unas 340 leguas al Noroeste de Nueva Orleans.

Albuquerque.—Se halla situado á la márgen oriental del Bravo del Norte, hácia el Poniente de esta capital y como á unas treinta y tres leguas.

(1) Las noticias relativas á los Estados de Chihuahua, Durango, Sonora, y territorio de Nuevo-México, están tomadas de las curiosas memorias que ha publicado el Sr. Lic. D. José Agustín Escudero.

Taöz.—Es un pueblo unido al pie de la sierra de su nombre y regado por un río que le corta en su medio; sus moradores son por pública fama los mas valientes de Nuevo-México, y de esto han dado repetidas pruebas, en las campañas continuas que hacen con las naciones bárbaras del Norte.

El valle de Taöz.—Es seguramente una de las partes mas hermosas y fecundas del territorio; la frondosidad de las sierras que lo circundan, los diversos ríos que lo bañan, y otra porcion de halagüeñas perspectivas, presentan á la vista entretenimientos de verdadera delicia. Los años de esterilidad ó falta de semillas, el valle de Taöz es el que abastece á todo el Nuevo-México, quedando siempre á sus moradores lo suficiente para su manutencion.

Taöz, es célebre, ademas, por su comercio, y porque es como punto de contacto adonde por lo regular tocan las grandes compañías cazadoras de nutria que parten de los Estados Unidos, y á otros les sirve de centro. El pueblo de Taöz es el último que se halla al Norte de la República, y dista de Sta. Fé como 40 leguas.

Santa Cruz de la Cañada.—Se halla situada en el ángulo que forma el río de Chimayo y el Bravo del Norte, hácia unas diez leguas de Santa Fé, por el rumbo Noroeste.

Las poblaciones de Nuevo-México pertenecen en lo espiritual á la diócesis de Durango. Son administradas por 23 religiosos del órden de San Francisco de la Provincia de México; y solo en un pueblo del Paso y la capital, son clérigos sus párrocos.

En Nuevo-México ademas de los frutos de Europa, se dan tambien el tabaco y el algodón. En las sierras se hallan varias clases de maderas esquisitas y árboles de estremada corpulencia; entre ellos los pinabetes, de mas de cuarenta varas de alto y de cinco á siete de grueso. El pino real, ayacahuite, cedro, sabino, encina, y otros, son muy á propósito para cuantos usos se hacen de la madera por su consistencia y hermosura. Se encuentran yerbas de extraordinaria virtud para curar toda clase de enfermedades: hay gomas y otras yerbas aromáticas; tromentina, abeto, azufre etc. Del abeto usan allí para dar barniz, el que es permanente y de un brillo acharolado hermoso.

Ademas de los barro comunes hay otros dignos de atencion por su calidad y finura. En el pueblo de Aconza se encuentra uno, llamado barro piedra, de color negro, del que se pueden trabajar, á torno, toda especie de vasijos para el uso comun de las casas.

Hay tierras de varios colores, como azul, verde, amarilla, blanca, carmesá, y en el pueblo de Zuñi la hay esmalte ó azul de Prusia; hay tambien talco y yeso, etc. Se encuentran piedras canteras de jaspe blanco, hermoso, y de otra mas comun con que se fabricó el colateral, repisas y púlpito de la capilla custrense de Sta. Fé, capital. Se halla tambien el azabache, carbon de piedra etc.

Son muchas las producciones minerales que tiene Nuevo-México; pero se numeran por principales, abundantísimo plomo, cobre, carbon de piedra, jaspe, azufre, yeso cristalizado, alumbre y talco.

Las frutas son pocas, pero de particular gusto; hay muy buenos albaricoques,

fresas y moras silvestres, ciruelas, uvas, duraznos, capulines, excelentes melones y sandías.

Por una observación general se dice que hace mas frio en Nuevo México que en la Europa en las mismas latitudes, y comunmente se estima la diferencia equivalente á nueve ó diez grados de latitud. Muchos dias en invierno baja el mercurio á cero de Reaumur y prevalece en los vientos de Norte que son muy helados y penetrantes.

## CALIFORNIAS.

La baja y alta California se hallan situadas entre los 22° 42' y 42° de latitud N. Tiene como 400 leguas de largo y de 10 á 12 de ancho en la parte habitada, la superficie de ambas sin contar la parte desconocida; aunque segun el mapa geográfico que acaba de levantarse en la comision de Estadística, la península de la baja California, considerada desde su entrada en el mar del Sur corriendo con direccion del S. E. al N. O., mide una estension de 235 á 250 leguas entre los 32° y 10' hasta los 21° 50' de latitud y los 16° 30' hasta los 10° 10' al O. de México, componiendo una área de 8337 leguas cuadradas, se separa de la costa occidental de Sonora por un espacio gradual que se aumenta desde 13 leguas hasta 46 que dista el cabo Palma de la costa de Sinaloa, precisamente bajo la línea del Trópico de Cáncer; y esta gran cavidad es la que forma el mar Cortés ó seno de California.

Ambas Californias tienen por límites al N. los Estados Unidos, al E. Nuevo-México y el golfo de California; al S. el cabo de S. Lucas, y al O. el grande Oceano. La población de ambas es de 52.000 almas; la capital de la Baja California era antiguamente Loreto, y Monterey cuya latitud es de 36° 3' 6" de la Alta. Las principales poblaciones son en la Baja California: Loreto, Sta. Elena, y S. José; en la Alta: Monterey, S. Francisco, (latitud 37° 48') Sta. Clara, Sta. Bárbara, S. Buenaventura y la Purísima.

Son de proverbial tradicion los placeres de oro que se encuentran en las Californias; así como la abundancia de la perla, y la caza de castores y nutrias que se encuentran en sus rios. Suponen descubridores y poseedores de estas riquezas á los Jesuitas, cargo de que los vindica satisfactoriamente el Baron de Humboldt, en su *ensayo histórico de Nueva España*; y mas que todo el empleo que pudieron y debieron hacer los Padres de los primeros y quizá únicos frutos que han aprovechádose de aquellos tesoros, hasta la posesion de la Alta California por los nort-americanos que han comenzado á explotarlos. De 1848 á fines de 1849 se sabe por noticias ciertas que pasa de 60.000.000 de pesos el oro que se ha vuelto á sacar de los espesados placeres.

## SONORA.

El Estado de Sonora, segun la carta general de la República que en la comision de Estadística acaba de levantarse, se halla situado desde los 26° y 40', hasta los 33° y 50' de latitud, del E° 30' al 14° 55' al O. de México. Confina por el rum

bo del Norte. con Nuevo-México y la Alta California, por el de Oriente con el Estado de Chihuahua; por el Sur con el de Sinaloa y el golfo de Cortés que lo limita tambien por el rumbo del Poniente, componiendo una área de 17.172 leguas cuadradas. Al Estado de Sonora solo se le dan 238 leguas en su mayor estension y 162 en su mayor anchura.

Los distritos en que se subdivide el Estado de Sonora y el número de sus habitantes segun los datos adquiridos en el año de 1842, son los siguientes:

Distritos.	Habitantes.
Arispe.....	33.000.
Baroyeca.....	30.000.
Hermosillo. }	74.000.
Horecasitas. }	
Suma.....	137.000.

Sus principales ciudades son Arispe, Baroyeca, Alamos, Hermosillo y Guaymas.

Arispe.—Capital del Estado. Está hermosamente situada hácia la parte occidental de las cabeceras del Yaquí; es considerable, bien trazada, de mucho lujo, y de habitantes cultos y hospitalarios. Es ciudad muy provista de toda especie de mantenimientos, y está rodeada de muchas aunque pequeñas poblaciones. Su temperamento es templado y sano, y su población asiende á 13.000 almas.

Baroyeca.—Villa, cabecera de partido y distrito. Asiento de minas, con una población de 1.400 habitantes, se halla situada sobre una loma estéril y rodeada de cerros; tiene una hermosa plaza, cuatro calles, una suntuosa iglesia, y las alhajas del culto son de grande valor. Tiene tambien la villa algunas casas decentes en el centro y muchas otras situadas en diversas direcciones. En esta villa es escasa el agua, y por su falta se han socavado norias de 20 varas y aun mas de profundidad; por lo que sus alrededores son estériles y carecen de hortalizas. Las minas que se trabajan á poca distancia, rinden mas de 2.000 marcos de plata anualmente.

Alamos.—Cabecera del partido de su nombre. Tambien es asiento de minas, y tiene 4.000 habitantes. Componen la población muchas calles y casas decentes, aunque sobre un plan irregular. Las minas producen anualmente 25.000 marcos de plata, y ocupan 300 operarios diariamente. La ciudad de considerable comercio, y el valor de los efectos que consume en sus tiendas puede calcularse de 300 á 400.000 pesos de venta anual. Falta el agua corriente; pero sin embargo está rodeada esta ciudad de huertecitas de naranjos y viñas. Una hermosa sierra que se levanta al Poniente, pone á la ciudad á cubierto de los vientos de este rumbo, y le da hermosa vista.

Hermosillo.—Ciudad cabecera del distrito y partido de su nombre, situada á 30 leguas de distancia del golfo de Californias. Antiguamente se le llamó *Pitic*, y hoy merece indudablemente el primer lugar entre los pueblos del Estado de Sonora. Su clima es seco, escaso de lluvias y algo cálido desde mediados de la primavera hasta parte del Otoño; de manera que sube el termómetro hasta los 98°, pero luego

que el sol declina á su ocaso, continúa reinando un viento de Poniente sumamente agradable que templá los ardores del día. La localidad de la población es excelente y se halla rodeada de cerros, entre los que se encuentra el llamado de la Campana, por la singularidad de que sus piedras producen el sonido de aqual instrumento. Su población es de 9.000 almas.

Guaymas.—Puerto de mar perfectamente situado en el golfo de Californias, capaz para los buques de gran calado, importante por su comercio, y el mejor puerto de la República según algunos; está tan bien situado bajo el aspecto militar, que con pocos gastos se le podría hacer inexpugnable.

Su latitud es 2° 22' N. y 104° 30' su longitud al O. del meridiano de Cádiz; está completamente resguardado del mar y de los vientos. La entrada corre de Sur á Norte y está formada por la isla de Pájaros al Sur y la playa de Coehiri al Norte, que remata en el morro inglés; de la boca al muelle hay cosa de cuatro millas, rumbo O. N. O.; la bahía es de bastante estension y abraza cosa de cuatro á cinco millas. En su interior contiene las islas: *Almagre*, grande y chica, *Ardilla*, *Tio Ramon* y los *Melizos*. El frío es moderado; pero los vientos de Norte y Noroeste soplan con fuerza desde Noviembre hasta Marzo é incomodan estraordinariamente. Este puerto dista de Hermosillo 36 leguas.

## SINALOA.

El Estado de Sinaloa se halla situado desde el 24° y 35' hasta el 2° de latitud y entre los 102° 25' y 104° 40' de longitud. Sus límites son: al Norte el río Yaqui y Sonora; al Oriente, Chihuahua y Durango; al Sur, el río de las Cañas y una pequeña parte del Estado de Jalisco; y al Oeste el golfo de Californias, componiendo por todo una área de 4.000 leguas cuadradas.

Los distritos de que se compone el Estado de Sinaloa, conocido con el nombre de *Baja Sonora*, y el número de sus habitantes, es el siguiente:

Distritos.	Habitantes.
Allende ó Mazatlan, solo este partido.....	8.860.
Morelos, solo el partido de S. Ignacio.....	7.715.
Rosales ó el Fuerte, todo el distrito.....	34.117.
Hidalgo, solamente su capital, Culiacan....	12.000.
Suma.....	62.192.

Sus principales ciudades son: Culiacan, Sinaloa, Villa del Fuerte, Mazatlan y e Rosario.

Culiacan.—Capital del Estado, alcaldía mayor que fué en tiempo de la dominación española, y célebre en la historia de México, donde se conoce con el nombre de Hueicolhuacan. Es ciudad bien trazada y de un comercio considerable; está

situada ventajosamente sobre el río de su nombre, á 22 leguas de su desembocadura en el golfo de Californias, de manera que le sirve de puerto. Su población es de 12.000 almas.

Sinaloa.—Antigua capital de la provincia de este nombre, y bajo la denominación de San Felipe y Santiago. Tiene muy regular caserío; está situada sobre un llano, á 8 leguas del golfo, á las márgenes del río de su nombre y á distancia de 31 leguas al Noroeste de Culiacan; su temperamento, aunque cálido, no tiene duda que es uno de los mas sanos. Es abundante en maderas de construcción, plantas medicinales, etc.; está rodeada de minerales y algunos cortos placeres de oro. Su población es de 9.000 almas.

Villa del Fuerte.—Al Noroeste de la anterior, de la cual dista 19 leguas y 18 del golfo donde desemboca el río del Norte, á cuyas márgenes está situada en un hermoso llano; tiene regulares edificios, y un temperamento sano. En sus alrededores se encuentran abundantes maderas de construcción, hermosos egidos, en que se cosechan muchas semillas; y la población asciende á 5.000 almas.

Mazatlan.—Puerto de mar, ó playas del golfo de Californias, de mucho comercio, residencia del comandante general y del juez de distrito del Estado; regular caserío y una población de 6.000 habitantes. Admite la rada buques de todos tamaños y puede contarse entre los principales puertos de la República.

Rosario.—Las producciones de ambos Estados, son las siguientes: árboles silvestres, el cedro, el campeche, el ébano, el hoizachi, el brasil, la encina y el álamo, Plantas silvestres; añil, zarzaparrilla, juante é indigo. Árboles frutales; castaños, cidros, duraznos, dátiles, ciruelas, granadas, limoneros, hubalamos, pitayos, naranjos, nogales, tempioques etc.

En cuanto á sus productos minerales, los Estados de Sonora y Sinaloa, pueden considerarse como unos de los mas ricos en este ramo que codicia el orbe entero. La mina de la Aurora en el Estado de Sonora fué muy famosa por las grandes masas de plata virgen que produce: el real de Topagos, el de Alamos, etc.; hay tambien inmensos manantiales de placeres. En estos Estados se encuentran vetas de mármol, yeso, cobre, sal, goma, etc.

Los principales rios de ambos Estados son, Yaqui, uno de los mas caudalosos. Nace en la sierra del Carcas, en un ramal central de la Sierra-Madre, que despues toma la denominación de la Sierra de Mimbros. Corre 20 leguas, y divide en su camino el distrito de Baroyeca del de Hermosillo.

El Mayo, menos caudaloso que el anterior, desemboca en el golfo de Californias. El de los Cedros, de igual naturaleza que los dos anteriores, desemboca en el río Mayo en Cuicacan.

El Sonora, que pasa al pié de las habitaciones de Hermosillo, y sus crecencias son demasiado abundantes; su nacimiento es la Sierra que llaman del Cobre.

El de las Vegas, que pasa á distancia de 8 leguas de Mazatlan, con su nacimiento en la Sierra-Madre; desemboca en el Oceano Pacifico.

El Rio-Grande, que toma su origen á poca distancia del mineral de Ventanas, en el Estado de Durango. Al pasar este río por el rancho de los Venados, se le reune el arroyo conocido con el nombre de la *Noria*, y corren unidos.

El Mazatlan, que nace en la Sierra-Madre, y pasa por el partido de la Concordia, y se reúne con varios arroyos de consideración.

El Sinaloa, que pasa por esta villa, y el Fuerte, que atraviesa la villa de este nombre y forma el límite de las dos Sonoras.

Desde el año de 1783, en que se formó el Obispado de Sonora, han gobernado dicha diócesis seis Obispos, siendo el séptimo y que gobierna actualmente el Ilmo. Sr. Dr. D. Lázaro de la Garza y Ballesteros, que entró á gobernar en 24 de Enero de 1833. La residencia del Obispo es en la ciudad de Arizpe.

## CHIHUAHUA.

El Estado de Chihuahua se comprende entre los 26° y 33° de latitud septentrional, y los 105° y 112° de latitud al occidente de Greenwich. La estension superficial del Estado de Chihuahua, calculada en su mayor longitud, del Norte á Sur es de 163 leguas de 26 y media al grado. Su mayor anchura calculada de Oriente á Poniente es de 132 leguas; y el todo comprende una área de 21.516 leguas cuadradas.

Sus límites son al N. el Nuevo-México; al E. el Estado de Coahuila; al S. el de Durango, y al O. los Estados de Sonora y Sinaloa. Su clima, es en el verano fuertemente cálido, y con el mismo extremo, frío en invierno.

La poblacion es de 145.182 habitantes, distribuida en una ciudad, 18 villas, 136 pueblos; 111 haciendas y 386 ranchos. Su capital es Chihuahua; latitud 26° 50' longitud 106° 50'; poblacion, 17.906 habitantes. Esta hermosa y grande ciudad, se halla situada en el pequeño afluente del Conchos; entre sus edificios se notan la iglesia principal, una de las mas hermosas de la república mexicana; esta suntuosísima iglesia parroquial, fué comenzada y acabada en el transcurso de los dos tercios del próximo pasado siglo. Se haya al frente de uno de los cuatro lados de la plaza mayor. Las torres son dos, perfectamente iguales, y tiene una altura de 83 varas. El templo de Santa Eulalia, aunque menor, es igual en gusto y arquitectura al de Chihuahua. El palacio del congreso, el tribunal de justicia &c. Sus alrededores presentan hermosos paseos y ricas minas de plata; un bello acueducto conduce allí las aguas, teniendo una estension de 6,533 varas desde su origen hasta la plaza principal. Sus principales poblaciones son el Parral, Allende, Jimenez, Cosiguriachi y Concepcion.

El Parral, Villa y mineral á 300 leguas al Noroeste de México, muy opulento en otro tiempo. Hoy tiene abandonadas algunas de sus principales minas por el agua de que abundan; pero aun permanecen en corriente otras muchas. Su poblacion es de 9.609 habitantes.

Valle de San Bartolomé, hoy Allende. Cabecera del partido de su nombre, mineral antiguo del Estado, camino real de Chihuahua á 350 leguas de México entre Norte y Poniente, abandonado por el agua, y reducido á poblacion de labor de las mas productivas y mejoradas del Estado. Poblacion, 12.367 habitantes.

Jimenez, antiguamente *Guanajuilla*, mineral de plata y de cobre, descubierto

en 1320; pero que se haya abandonado su laborio y destinados los brazos de sus vecinos á la agricultura. Poblacion 8.597 habitantes.

Cosiguriachi, mineral opulento de plata á 35 leguas de Chihuahua, y 435 al N. O. de México. Este mineral ha sido abandonado por la mucha agua que vierten las minas, y por falta de una empresa medianamente acudalada que la extraiga y haga provechosas las muchas labores en frutos que hay en ellas. Hasta 1818, segun los libros de asientos de aquel mineral, en menos de un siglo se habian extraido mas de 35.000.000 de pesos registrados. Poblacion 14.050 habitantes.

La Concepcion, en cuyo partido se encuentra el mineral de Jesus María, descubierto en 1825 por D. Tomás Rivera, D. Tomás Bou y D. Vicente Pancorbo, á 80 leguas al O. de la capital en la Sierra Madre. Poblacion 17.563 habitantes.

Rios. De los veintiseis conocidos en el Estado de Chihuahua, solo mencionaremos los mas notables. Primero: el de Conchos, que es el mas caudaloso, sale de la Sierra Madre, y regando las partes meridional y oriental del Estado, se une con el Grande del Norte en el presidio de este nombre, conocido tambien con el de los Ajuntas. Segundo: el de Casas Grandes que corre de Sur á Norte, y se le unen el de Janos y algunos otros arroyos, y desemboca en la laguna de Guzman despues de un curso de setenta leguas. Tercero: el de San Buenaventura, que nace cerca del pueblo de Bachiniba, en el partido de la Concepcion, hace un curso de ochenta leguas, y va á desembocar á la laguna de Santa María de Zoanca. Cuarto: el de Papigochi, que es el principal tributario del Yaqui, nace cerca del medio lindero del Oriente del partido de la Concepcion, corre al N. hasta Temosachi, donde toma el rumbo del Poniente, siempre volteando gradualmente al S. O. hasta que sale del Estado, antes de llegar á Mlato, habiendo corrido 30 leguas y regado los estensos llanos de la Concepcion, Santo Tomás Matachic y Tomochic. Quinto: el del Parral que corre entre el de Conchos y el Florido, pasa por la hacienda de la Enramada, y desemboca en dicho rio Florido cerca de Santa Rosalia. Sexto: el Grande del Norte, que despues de atravesar el territorio de Nuevo-México, riega los límites septentrionales del Estado, y unido con el de Conchos, dirige su curso hácia el Oriente para desembocar en el seno mexicano con el nombre de *Bravo*.

Lagunas. Las principales son: la de Guzman, formada por el rio de Casas Grandes: no tiene desagüe alguno, porque como la tierra es porosa, toda el agua que entra se resume; su tamaño es variable, porque en tiempo de aguas sobresa de sus regulares bordes, y en la seca es muy reducida. La de *Patos*, que se forma del rio del Carmen y otros arroyos; y la de Santa María que se forma del rio de San Buenaventura, y otros arroyos que bajan de la Sierra.

Ojos de agua. Los principales son el del Carrizal, el de Santo Domingo, el de Ojitos, el de la Nariz, y el Ojo Caliente, todos con agua permanente por todo el año, y situados en el partido de Galeana. El de San Bernardo, que está situado en el camino del Cobre, es de la mayor importancia para los que frecuentan dicho camino, por ser esta la única agua que hay en el tiempo de seca en el parage de Santa Bárbara, y el rio grande del Norte, y el de Mimbres, entre los cuales hay un intermedio de dos jornadas bien largas.

**Producciones.** Árboles silvestres. La acacia verdadera, ó acacia egipcia, llamada vulgarmente mezquites, el álamo blanco y negro, el arce arceut, ó palo del azúcar, el alizo ó abedul, el ayacahuite, el brasil, el camotillo, el palo de Campeche, el cedro blanco, la encina, el fresno, el taray y el tascate, que es una especie de ciprés y lleva un fruto á manera de la *agalla*, á que dan el nombre de *agori*.

**Plantas silvestres.** El añil, la zarzaparrilla, la retama, la sangre de drago, la viperina, la rosa de Alejandría, la peonía, el azafrán, la rosilla, el orégano y otra multitud de plantas.

**Árboles frutales.** Castaños, duraznos, manzanos, parras, perales, ciruelos, granados, higueros, morales, membrillos y nogales de todas clases.

Se encuentran tambien en el Estado de Chihuahua la mayor parte de las semillas y legumbres que se conocen en América: los melones y sandías son estremadamente grandes y gustosos principalmente las que se dan en el presidio del Norte al E. de Chihuahua, llegando á pesar arrobas, y no condaciéndose por su tamaño mas que dos en cada mula.

**Producciones minerales.** Son bastante célebres las en que abunda dicho Estado, y basta para probarlo atender á las cantidades de oro, plata y cobre de las que ya fructíferas, ya maleables, han sacádose constantemente, y desde poco mas de un siglo á esta parte particularmente el oro virgen que se ha sacado del mineral de Mulatos, y con especialidad de sus tres minas, nombradas *la Descubridora, la Blanca y la Gloria*; es incalculable la plata que han dado los asentos de Chihuahua Cosihuariachi, Parral, Jesus María, Santa Eulalia &c., y el cobre y oro del mineral de Santa Rita, junto al paso del Norte, Guajuquilla y otros lugares, importan sumas incalculables.

Hay tambien vetas de hierro, cinabrio, brido de plomo, pigment negro y otras sustancias; la *soya ó tequesquilli*, el *nitro*, el *azufre*, y otra multitud de materias semejantes, y abundan en gran manera las *salinas*, los *ojos termales*, y hasta los *barros* á propósito para género de fabricaciones de loza. Este Estado ha sido igualmente opulento por su agricultura y ganadería que hoy se hallan en la mayor decadencia á causa de las irrupciones de los indios bárbaros y despoblacion que ha experimentado de 18 años á esta parte.

Para contener dichas irrupciones, se establecieron desde el tiempo del gobierno español, líneas de presidios y compañías volantes, que han existido sin alteracion hasta el año de 1821; y aunque no en el mismo número, subsisten hasta el día bajo el reglamento que aprobó el rey por cédula de 10 de Setiembre de 1772, y han servido para la defensa de aquellas fronteras y para asegurar la vida y las haciendas de sus habitantes, amenazadas continuamente por la bárbara guerra de los indios que las han hostilizado en diversas épocas y actualmente las hostilizan.

Por la ley de 21 de Marzo de 1826, se extinguieron las compañías volantes, y se formaron las presidiales en la manera siguiente.

	Plazas.
Compañía de Chihuahua . . . . .	134
Idem de Janos . . . . .	90
Idem de S. Elzeario . . . . .	80
Idem del Norte . . . . .	90
Idem de S. Buenaventura . . . . .	36
Idem de Collamé . . . . .	36
Idem del Carrizal . . . . .	36
Total . . . . .	512

Estas dos últimas compañías se crearon en Chihuahua por la ley de 20 de Diciembre del mismo año de 1826.

## DURANGO.

El Estado de Durango se halla comprendido entre los 22° 58' y los 26° 25' de latitud Norte y los 3° 60' y 7° 43' longitud occidental del meridiano de México. Su estension, segun los trabajos de la Seccion de Geografía, es de 6.743 leguas cuadradas; y segun la Geografía de Balbi, de 10.710 leguas cuadradas.

Sus límites son al Norte, el Estado de Chihuahua, al Este el de Coahuila, al Sur, los Estados de Zacatecas y Jalisco, y al Oeste el de Sinaloa.

Su temperamento es suave y templado con escepcion de algunos parages cálidos que se encuentran hácia el Sur y Suroeste, y aun en el Noroeste; y otros bastante frios al Norte, en su límite con el Estado de Chihuahua.

La poblacion del Estado de Durango, es de 179.121 habitantes.

Sus principales ciudades son Durango que es la capital, Nombre de Dios, Guasamey, San Juan del Rio, Cinco Señores, y Papasquiro.

Durango, ciudad episcopal, tiene una Catedral de gusto antiguo, pero magestuosa; una parroquia de bella arquitectura, y otros dedicados á diferentes patronos: nueve templos mas, entre los cuales se encuentran los muy hermosos de los Remedios y Guadalupe fuera de la ciudad, situado el primero sobre la cima de un cerro que está al Occidente, y el segundo en una hermosa llanura que se puebla diariamente de coches y transeuntes, sirviendo al mismo tiempo de paseo. Tiene igualmente tres conventos de religiosos, un hospital, un seminario y varias escuelas gratuitas y amigas de niñas. Abunda en ricas aguas. Tiene una casa de moneda (1) considerada como la tercera de la república, en la que se acuñan piezas con la plata que se saca de las ricas minas de sus alrededores. Sus naturales son muy industriosos, y su poblacion es de 22.000 habitantes.

(1) Desde el día 1.º de Marzo de 1843 hasta fines de Diciembre de 1847, se han amonedado en dicha casa de moneda, 217.044 marcos 5 onzas y 11 granos de plata, y 1.009 marcos 3 onzas 1 ochava 2 tomines 7 quilates y 5 granos de oro, que reducidos á su valor, forman la cantidad de 2,255.433 pesos 6 tres cuartillas reales.

Nombre de Dios, ciudad cabecera del partido de este nombre, situada á los 24° de latitud septentrional y 90° 40' de longitud al Occidente de Cádiz. Perteneció á este partido el hermoso y fértil valle de las Poanas. Tiene una iglesia parroquial, bueno y antiguo edificio del Siglo XVI; y aunque tenía en otro tiempo también un convento de franciscanos, este ya está sin un solo religioso. La población asciende á más de 10.000 almas.

Guarizamey, ciudad y mineral, situada en las barrancas de la Sierra Madre, á 65 leguas al O. de Durango. Fue muy célebre por su riqueza, extraída de la mina de la Candelana y otras muy notables que se explotaron antiguamente; es abundante en naranjas y limoneros, y su población es 5.000 almas.

San Juan del Río, ciudad cabecera del partido de su nombre, y en cuya comprehension se halla el pueblo de Coneto, de más de 12.000 almas; la primera tiene muy regulares edificios y es la segunda ciudad del Estado; abunda en huertas y viñedos, de los que se saca un excelente vino, y asimismo se cosecha en sus campos gran cantidad de algodón.

Cinco Señores, de Nazas, ciudad cabecera del partido de su nombre, con más de 8.000 almas de población, cuyo principal ejercicio es la labranza y el cultivo del algodón. En este distrito hay un despoblado distante 8 leguas de la cabecera, que se llama de las *Mañás*, en donde clavaron los naturales, en tiempo de la conquista, muchos de los españoles que fueron vencidos y muertos por aquellos en la guerra.

Santiago Papasquiaro, pueblo de cerca de 10.000 vecinos, cuya ocupación es la arriería; dista 37 leguas al O. N. de la capital.

Al Estado de Durango lo riegan los ríos de *Santiago, Tunal, Saucedo, Peñon Blanco, Guanajuat, Tamazula, Humaya, las Vegas, Palomas, Bocas, San Juan del Río, Nombre de Dios, Nazas y Basis*. Todos estos ríos tienen su nacimiento en la cordillera de la Sierra Madre, que corre al O. del Estado, y fertilizan profusamente las llanuras de los partidos por donde pasan.

Pero el que principalmente debe llamar la atención es el de *Nazas*, que bajando de la Sierra Madre, comienza su curso desde la ciudad de Cinco Señores, llevando en sus aguas multitud de ricos peces. Este río, en la estación de las aguas, frecuentemente sale de madre, y niega el paso aun por canoa, no solo por días, sino aun por semanas; y después de 60 ó más leguas de curso, va á desembocar en la laguna del Caíman, hacia el N. E.

Los lagos principales son dos: el del Caíman y el de Parras, que divide al Estado del de Coahuila; el primero tiene 18 leguas de largo y 3 de ancho, y el segundo 12 de largo y 2 de ancho. En ambos abunda la pesca.

En el distrito de Nazas se encuentran varios ojos termales, especialmente los llamados Baños de *Jicoria* ó *Jicoria*, cuyas aguas son tan saludables como las de los Baños de Spa, en Alemania, Bath y Bañeras, en Inglaterra; son celebrados de los viajeros, por el lujo y comodidades que disfrutaban los enfermos en dichos lugares, y por otras muchas causas.

Producciones.—Arboles silvestres. El pino, el encino, el mezquite, el huizuchi, el sabino, el fresno, el sauz, el nogal, el álamo, el roble, el cedro, el pinabete, el brasil, el campeche, el tepalcapote y el palo mulato.

Arboles frutales. *Manzanas, perales, zapotes, nogales, ciruelos, higueras, morales, membrillos, arborescigos, chacacanos, olivos, limoneros, chirimoyos*, etc., los que ofrecen su esquisito fruto en notable abundancia y calidad; así como las sandías, melones, fresas, calabazas, zanahorias, betabel, espárragos, cebollas, coles, ajos, cardo, borraja y otras muchas hortalizas y legumbres.

Los minerales abundan en el Estado de Durango, pudiendo advertir que su número es de 31; el de minas en labor 80, y abandonadas 49, pero hay además otras muchas, cuyos nombres son desconocidos.

Entre las cosas admirables del país sorprende la *Breña de Durango*, ó grupo de peñascos cubiertos de escorias que sobresalen en medio de una llanura, ocupando una extensión de 12 leguas de largo y 6 de ancho; se juzga que se han solevado por algún fuego volcánico; también se encuentra cerca de Durango una enorme masa de hierro maleable y níquel, cuya composición es idéntica al aereolito que en 1751 cayó en Hraschina cerca de Agram en la Croacia, y cuyo peso se reputa de cerca de 1.900 miriágramos (unas 38.700 libras), es decir 400 más que el aereolito descubierto en Olumpa en el Tucuman.

La silla episcopal de Durango se erigió en el año de 1621, señalándole por residencia esta capital. La erección fué decretada por la Santidad del Sr. Gregorio XV, siendo rey de España el Sr. D. Felipe IV. Desde el año de 1770 hasta el de 1825 han funcionado seis obispos, siendo el séptimo y el que actualmente gobierna la diócesis de Durango, el Illmo. Sr. D. José Antonio de Zubiria y Escalante, quien tomó posesión por apoderado, el 2 de Octubre de 1831. En todo el Estado solo existen los tres conventos de religiosos que se hallan en la capital, el de S. Francisco, San Agustín, y el de la ya suprimida órden de S. Juan de Dios. El número de eclesiásticos residentes en él, es de ochenta y cuatro.

## COAHUILA.

El Estado de Coahuila linda al N. y al E. con Tejas, al S. con Zacatecas y al O. con Chihuahua y Durango. Tiene 6.500 leguas cuadradas, población 80.000 habitantes; su capital Leona Vicario ó sea Saltillo, población 15.000 habitantes; latitud 25° 50', longitud 103° 50'. Está mal situada á seis leguas de los límites de Durango en medio de llanuras áridas y elevadas, cubiertas en gran parte de nopales; sus edificios son de muy poca monta; era villa dependiente de la Monclova, y es población muy frecuentada como tránsito para la costa oriental de México. Al mismo Estado pertenece *Montelopez* con 6.000 almas y cabecera actual del gran Distrito de Coahuila; tiene dos bellas plazas decoradas con fuentes, siete templos; hospital, cuarteles, molinos y almacenes de pólvora en sus cercanías, paseos hermosos y una bella temperatura; dista de su capital 11 leguas al N. N. E. La antigua cabecera de la provincia de Coahuila era la villa de Santiago de la Monclova, bellamente situada á la derecha del Río Grande, á 66 leguas de su actual capital y 83 de la boca de éste en el seno. Los demás pueblos del mismo Distrito son Castañuela, Parras, 26 leguas al O. de su capital cerca de la laguna menciona

da, al hablar del Bolson de Mapimi y en donde se da muy bien la vid; Aguayo, San Juan Bautista, Bucarelli, Alamos, Santa María, Santa Rosa, Nadadores, San Fernando, San Buenaventura y otros, además de varios fuertes situados en la orilla dicha del mismo río y en diferentes puntos como el del Altar, San Juan Bautista, Río Grande, Agua verde y Coahuila.

## TEJAS. (1).

Segun el tratado de límites celebrado en 1819 entre España y los Estados- Unidos del Norte debía estenderse por un territorio de 300,000 millas cuadradas contenido en su mayor parte dentro de límites naturales y entre los 26° y 42° latitud N. y los 94 y 107° longitud O. de Greenwich diversificado por toda clase de accidentes físicos, cortado y vivificado por numerosas corrientes de agua, y dotado de una gran línea de costas con muchos puertos y bahías. Este inmenso terreno se eleva gradualmente desde el nivel del mar formando en pelo á su inmediación una llanura de sobre 80 millas de anchura, de un terreno verdaderamente aluvial de moderna creación, sembrado de lagunas y pantanos, y cortado por multitud de rios y riachuelos que descienden de las elevadas mesetas y grandes montañas del N. O.

Tejas linda al N. y al E. con los Estados- Unidos de América, al S. con Tamaulipas y al O. con Coahuila, Chihuahua y Nuevo-México.

La población Tejana se componia en 1840 de 140,000 almas. Los habitantes se hallaban distribuidos en multitud de aldeas, villas y ciudades, entre las que las mas considerables eran Galveston, que encerraba en su seno 5,000 almas; Houston que tenia 2,000 almas, San Antonio de Béjar, antigua capital, 2,400 habitantes; San Agustín 1,000, y San Felipe de Austin, capital actual de Tejas, 4,000 habitantes; tam bien son notables Nacogdoches, Brazoria, Columbia y Libertad.

El temperamento es frigidísimo en las altas regiones del N. O. y espuesto á todos los rigores de los trópicos en las bajas y marítimas, estando además sujeto á variaciones bruscas, producidas además por los vientos Nortes que soplan con la fuerza del huracán, y causan frecuentes estragos en la vegetación y en los animales; y sobre todo en el otoño é invierno: todas estas causas producen en el país las fiebres y epidemias á que en general está sujeta toda la costa del golfo mexicano.

El suelo es grandemente feraz, en especial en las tierras bajas formadas por el aluvion de los rios, y además cubiertas de una viciosa vegetación, y se presta al cultivo del algodón, de la caña de azúcar, tabaco, café y arroz, pero el algodón es hoy día el único artículo que se produce para la exportación.

Los principales rios de Tejas además del Sabina y el Bravo, son el Trinidad, el Búfalo, el Brazos y el Colorado, todos navegables.

(1). Aunque como se habrá visto al principio del presente catecismo de Geografía, Tejas va no pertenece á la República Mexicana, por los tratados que celebró con el gabinete de Washington; sin embargo, nos ha parecido oportuno dar una ligera idea de la fertilidad de su territorio, de sus producciones y de su estension.

Las bahías tienen todas mas ó menos el inconveniente de la barra; la bahía mas considerable es la de Galveston, que se introduce en la tierra por una estension de mas de 25 millas de anchura, y 35 de longitud.

Siguen despues en importancia las de Matagorda, Aranzas de las Nueces, y otras. Las costas, los rios y lagunas de Tejas, están poblados de pescados de muchas clases, y animales dañinos.

Las rentas de Tejas se forman de los productos de las aduanas y de las ventas de tierras; pero como el Gobierno se ve obligado á recibir en pago su papel, casi es este un valor imaginario. En un estado publicado en un periódico oficial de Tejas en 1.º de Setiembre de 1841, se ve que el total producido de las aduanas en los 15 meses anteriores por derechos de importación y de consumo, era de 313,196 pesos, de los cuales deducidos los gastos de recaudación, quedaba un liquido de 180,057 pesos.

Las leyes civiles y criminales por las cuales se gobierna Tejas, son en general las inglesas, con las modificaciones que sobre todo en las segundas ha tenido por oportuno hacer. Las leyes administrativas son con las mismas modificaciones, las de los Estados- Unidos del Norte.

## NUEVO-LEON.

El Estado de Nuevo-Leon que estaba comprendido como todo el reino de su nombre, en la intendencia de San Luis Potosí, linda al N. y al E. con Tamaulipas, al S. con San Luis Potosí y al O. con Zacatecas y Coahuila; población 100,100 habitantes; tiene por capital á Monterrey, ciudad fundada desde 1599, residencia de sus autoridades y del obispo, con bella situación, calles hermosas, buena catedral, dos parroquias, edificios de poca importancia, mantenimientos abundantes y aguas muy buenas: sus habitantes, dedicados con preferencia al cuidado de ganados de todas clases, son muy industriosos y activos. Su población principal es San Felipe de Linares, villa situada á 32 leguas del Sur, y una y media al N. de las cabeceras del río Tigre, que desemboca por el litoral de Tamaulipas, dista 16 leguas al E. de Monterrey, con 6,000 almas. Cadereita tiene 3,000 y un convento. Tlaxcala, San Nicolás, la Concepción, San Pedro, Santa Catalina y la Pesquería, son pueblos mas pequeños que se fomentan bastante: el valle de las Salinas es muy importante por este renglon. La parte meridional del Estado por donde nace y corre el Santander está despoblada.

Los reales de minas de Monterrey, San Carlos de Vallecillo, las Salinas, Boca de Leones, Santiago de las Salinas, Jesus de Río Blanco y San Antonio de la Iguala, pertenecientes antes á la intendencia de San Luis Potosí, se hallan hoy dentro del Nuevo-Leon.

## TAMAULIPAS.

El Estado de Tamaulipas, que llamaba el gobierno español Colonia del Nuevo-Santander, linda por el N. y N. O. con el Estado de Coahuila y Tejas; por el Po

niente con el de Nuevo-León; por el S. O. con el Estado de San Luis Potosí; por el S. con el de Veracruz, bañado al Oriente por el Mediterráneo mexicano, en cuyas costas bojea el espacio de 159 leguas de 26 y media al grado. Se extiende desde 22° 16' 20" hasta 28° 30' de latitud Norte, y de 1° 46' 32" al Oriente del Meridiano de la Catedral Metropolitana de México, á 1° 34' 40" al Occidente de este mismo meridiano.

La superficie del Estado, calculada desde la confluencia del río de las Nueces y del Atasco, sito al paso de Laredo, pueblo de China, el Anegado, Río Blanco, Infantes, Tula, Baltasar, á la union de los rios de Tamesin y Pánuco, componen su área, un decágono irregular de 10,003 leguas cuadradas de á 5,000 varas mexicanas.

El termómetro de Farenheit en su mayor elevacion marca en lo general, en los meses de Mayo á Agosto, 95° Su término medio es de 72° en el tiempo de los equinoccios. Desciende en Enero hasta 55°. Las lluvias son abundantes é impetuosas en el Otoño, así como la sequedad es estrema en la estacion de la Primavera. Su capital es ciudad Victoria, residencia de las autoridades, y está situada á 10 leguas de su puerto Soto la Marina sobre el río que lleva aquel nombre; su poblacion es de 5,756 habitantes. En el Estado de Tamaulipas asiende su poblacion á 100,000 almas, que se hallan distribuidas en los tres distritos denominados del Norte, del Centro y del Sur, que comprenden 9 partidos y 32 ciudades y villas.

Los lugares principales son *Matamoros*, con 16,372 almas, *Laredo*, con 1,979 y *Guerrero*, con 363, situadas sobre la izquierda y derecha del Río Bravo del Norte á 45 y 42 leguas de su embocadura. *Llera*, con 1531 almas, y *Jicoteneal*, con 2,042, pertenecientes antiguamente á la Provincia de Sierra Gorda, y la segunda, ciudad fundada en 1748 por el coronel D. José Maria Escandon, ambas hácia la parte S. del Estado; y *Mier*, *Camargo* y *Reinosa*, pueblos mas pequeños que los anteriores.

Soto la Marina es el puerto mas frecuentado de este litoral, su barra tiene de 7 á 9 piés, marcando su entrada los cerros de la Palma y del Carrizo; tambien sirve de puerto á este Estado la boca del río con 7, ó 10 piés, y profundidad interior de 6 á 8 varas; igualmente es muy importante el puerto bien conocido de Tampico. Los rios principales que figuran en el Estado, son el Bravo del Norte, y el Santander, que se halla entre los cerros ya citados de la Palma y del Carrizo; tiene de 8 á 10 brazas de profundidad, y subléndolo se encuentra como á cosa de 4 leguas el pueblo, que es de corto vecindario, pero muy provisto de víveres.

Los principales minerales son los de Revillagigedo, San Nicolás de Croix, San José Tamaulipas y Sihue, pertenecientes antes á San Luis Potosí, y hoy se halla dentro del Estado de Tamaulipas.

## SAN LUIS POTOSI.

El Estado de San Luis Potosí linda al N. con Nuevo-León; al E. con Tamaulipas; al S. con Querétaro y Guanajuato, y al O. con Zacatecas. Tiene 3,600 le-

guas cuadradas, y 321,840 habitantes. Su capital es la ciudad de San Luis Potosí, situada hácia las cabeceras del Pánuco, sobre la pendiente occidental de una elevada planicie en la parte oriental del llano de Anáhuac, con calles anchas, á cordel y bien trazadas; buenos edificios, una iglesia parroquial y otros cinco magníficos templos, entre los cuales hay cuatro pertenecientes á conventos; casa de moneda, colegio, escuela lancasteriana y hospital; hace un gran comercio, y es una de las poblaciones de la República á donde concurren mas extranjeros.

El laborio de minas constituye su principal riqueza, siguiéndose á este la crianza de cabras para adobar pieles. Sus principales villas son el Venado, Charcas, Catorce, los Pozos y San Francisco Horecasitas y Altamira, ambas de corto vecindario. A algunas millas de la segunda se eleva una montaña aislada en medio de un país llano, monótono y árido, cuya cima se pierde en las nubes y está cortada en forma de pirámide perfecta, habiéndola juzgado varios sabios como obra de los hombres mas bien que de la naturaleza: algunos asientan que es un fenómeno que debe colocarse entre las mayores maravillas del mundo.

Sus principales rios son el Pánuco y el Moctezuma.

El cerro del *Potosí*, uno de los reales de minas de la antigua intendencia de San Luis, se halla dentro del Estado, y lo mismo las de *Alamos de Catorce*, *Sierra Negra*, *San Martín Bernaldejo*, *Ojo caliente* con bonita poblacion, *Santa María Guadalupe*, *Matansillas*, la *Tapona*, *Tule*, *Matchuala* y el *Venado*.

## ZACATECAS.

El Estado de Zacatecas linda al N. con los Estados de Durango y Coahuila, por el Sur y Poniente con el Estado de Jalisco, y por el Oriente con el de San Luis Potosí. Su estension es de 130 leguas de Norte á Sur, desde la hacienda de Boñanzas, situada en el partido de Masapil, que confina con el Estado de Coahuila, hasta la de la Estanzuela en el de Tlaltenango, límite de Jalisco y de 72 de Oriente á Poniente, desde el Rancho de Santa Gertrudis en el partido de Pinos, que linda con San Luis Potosí, hasta la Hacienda de San Antonio de Padua, en el del Fresnillo, límite del canton de Colotlan, perteneciente al Estado de Jalisco. (2).

El clima aunque desigual es generalmente sano, pues el calor no siempre es excesivo en las partes bajas ni el invierno muy estremado en las mas elevadas del terreno.

El Estado abunda en toda clase de producciones, y en cuanto á las de plata, cobre, plomo y otros metales, la primera por sus abundantes criaderos es la que especialmente le da su gran celebridad desde tiempos muy remotos.

(2) Las noticias relativas al Estado de Zacatecas están tomadas de la Memoria que en 1835 presentó al Honorable Congreso su digno Secretario del Despacho D. Marcos Esparza, actual senador al Congreso de la Union; pues es la única donde se marcan con exactitud las noticias geográficas y estadísticas.

Como este compendio tiene por objeto facilitar el estudio de la Geografía, á la vez que desearíamos hablar con mas estension de los Estados de nuestra República, nos vemos precisados á omitir multitud de noticias, entre las cuales son muy curiosas las que contiene la república Memoria del Sr. Esparza.

La division política reformada en 1825 es en once partidos, que son: Zacatecas, Fresnillo, Aguas-calientes, Sombrerete, Nieves, Juchipila, Masapil, Pinos, Jeréz, Villanueva y Tlaltenango, habiéndose aumentado últimamente el de Calvillo.

La poblacion es de 356,324 habitantes, que se halla diseminada en 6 ciudades, 5 villas, 7 pueblos, entre cuyas poblaciones hay 10 minerales, 9 congregaciones, 146 haciendas y 874 ranchos: su capital es Zacatecas, situada entre un desfiladero de rocas, cuyas pendientes están ocupadas en anfiteatro por los edificios de la ciudad que es populosa y tiene hermosos caseríos. Su parroquia principal es muy bella, y mejor el suntuoso templo estramuros de la Guadalupe: hay tambien cuatro conventos de religiosos y un hospital casa de Moneda establecida en 1810, que se puede considerar como la segunda de la República, y desde cuyo año hasta el de 1835 dió por resultado de sus labores 71.482,066 pesos 1 real 6 granos, cuya suma con las acuñaciones posteriores hasta Diciembre del año pasado, es de 135.000,000. En esta casa se ha acuñado igualmente, moneda de laton, la mas estimada en toda la República, en cantidad de 137.949, ps. 4 rs., inclusa la última acuñacion que se hizo durante el Gobierno del Sr. Esparza, habiendo dado igualmente los productos de plata desde el año de 1548 hasta 1.º de Junio de 818, y la acuñacion de la casa de Moneda desde esa fecha hasta 30 de Noviembre de 1834 la considerable suma de *seiscientos sesenta y siete millones trescientos cuarenta y tres mil doscientos veintinueve pesos, dos reales ocho granos.* Despues de esta fecha se calcula la produccion de plata, hasta el año pasado, en 737.343,229 pesos., 2 reales 8 granos.

Igualmente tiene un colegio, que fue notablemente mejorado en clase de Instituto Literario, bajo la direccion del Sr. D. Teodosio Lares, actual senador, y á cuyo establecimiento prestó el Sr. Esparza una proteccion decidida, segun consta en diferentes informes, que corren impresos; la hermosa capilla de la imagen de los Remedios situada en el cerro de la Bufa, una Biblioteca, y el teatro que atrae las miradas de los nombres ilustrados. Sus principales ciudades son: Aguas-calientes, situada sobre un suelo firmísimo, cubierto á mas ó menos profundidad de una capa extensa de tepetate, lo que proporciona tal solidez local á los edificios, que aun aquellos que no se les ha procurado por el arte se conservan en buen estado no obstante su antigüedad. Su poblacion puede calcularse en 35,000 habitantes. Sombrerete, al que sus famosas minas de Vetanegra y Pabellán, le dieron una bien merecida importancia hasta 1792; pues hubo año en que los productos se calcularon á razon de medio millon de pesos cada mes; mas ahora se hallan abandonadas por falta de capitales con que emprender su laborio. Poblacion, 5,829 almas. La Vetanegra de plata de estas minas se reputa como la mas rica que jamas se ha visto en ambos hemisferios. El Fresnillo, que se halla entre las dos poblaciones precedentes, á 12 leguas de Zacatecas con 20,850 almas, y gran riqueza mineral en el partido de que es cabeza, y en donde no obstante prefieren los habitantes la cria de ganados.

El único rio digno de mencionarse que atraviesa el Estado de S. á N. es el Rio Grande ó de Tolosa.

Los reales de minas son: Zacatecas, Sombrerete y Fresnillo, hallándose dividido el último en cuatro administraciones ó distritos que son: Belena, Barreno y

Obscuras, Colorada y Plateros. En medio de las abundantes minas que se hallan en el territorio del Estado, ningunas han contribuido á que Zacatecas ocupe uno de los primeros lugares entre los Estados mineros, como las del Fresnillo, pues en el año de 1833, á pesar de la epidemia, y de otras dificultades, produjeron 1.596,130 \$.

## GUADALAJARA.

El Estado de Jalisco linda al N. con Durango, al E. con Zacatecas y Guanajuato, al S. con Michoacan y al O. con el mar Pacifico y Sinaloa. Su temperamento es agradablemente cálido, y el Estado cuenta una poblacion de 679,111 habitantes. Su capital es Guadalajara, residencia de las autoridades y del obispo, bellamente situada en un llano agradable sobre la izquierda del rio Santiago: es ciudad de hermosa planta, con calles rectas, buenos edificios, soberbios jardines, aguas abundantes, alimentadas por un hermoso acueducto de 14 millas de largo, magnífica catedral que por sus adornos es una de las mas bellas iglesias de la República. La iglesia de S. Francisco, tan magnífica como la catedral, pero de mas regular arquitectura, y otros 19 templos de menor importancia.

El llano donde está situada la ciudad es fertilísimo en granos y otros mantenimientos, y el mercado está provisto de cuanto se puede apetecer.

Las principales ciudades son: Chapala, al N. y orilla del famoso lago de su nombre, dista 15 leguas al S. E. de su capital, y tiene una poblacion de 5,000 almas, Acualulco, que tiene 2,600 habitantes. Compostela, una de las mejores poblaciones que tenia la provincia de su nombre despues de la conquista; abunda en ganados, hace su comercio marítimo, y en sus alrededores se encuentran abundantes minas de plata, su poblacion es de 2,600 habitantes. Tepic, afamada por sus cosechas de algodon y maiz, con una poblacion de 3,000 almas. San Blas, puerto principal del Estado, rodeado de hermosos bosques con maderas escelentes para construccion de ebanistería, con solo 1,800 almas de vecindario, pero muy importante por su arsenal marítimo, primer establecimiento de su clase que posee la República.

Hay varios rios y lagunas en el Estado de Jalisco, pero el rio principal es el de Totolotlán ó Santiago, que se puede colocar como el 3.º entre los de México: pues su curso es de 240 leguas, así como el lago mas notable de México, es el de Chapala en Jalisco, navegable para embarcaciones de todos portes; tiene 28 leguas de largo, 6 de ancho y 80 de circunferencia. Los reales de minas del Estado ascienden á 47, siendo la mas notable la de Bolaños por las exorbitantes cantidades que de él se han extraido, y la del Mesquital por el oro puro que contiene.

## GUANAJUATO.

Al Norte de San Luis Potosí se halla el Estado de Guanajuato, uno de los mas ricos é importantes de la República Mexicana, lindando al Este con el Estado de

Querétaro, al Sur con el de Michoacan y al Oeste con el de Jalisco. Está comprendido entre los  $20^{\circ} 0'$  y  $21^{\circ} 49'$  de latitud Norte, y los  $0^{\circ} 31'$  y  $2^{\circ} 51'$  de longitud Oeste del meridiano de México. Su superficie es de 1,545 leguas mexicanas de  $26\frac{1}{2}$  al grado.

Ningun Estado presenta un clima tan agradable y templado, un aire tan puro, y un cielo casi siempre sereno como el de Guanajuato; pues su situacion tan inmediata al limite N. de la Zona tórrida, y su elevacion media sobre el nivel del mar, de mas de 2,700 varas, hacen que ni el calor ni el frio sean escesivos; de manera que la temperatura seria casi igual en todas las partes de su corta estension, si no influyeran las considerables diferencias de altura absoluta. Su poblacion es de 625,000 habitantes.

Tiene por capital á Santa Fé de Guanajuato, fundada en 1554 y erigida en ciudad en 1741, una de las primeras poblaciones de América y la tercera de México, en la que de nada se carece para vivir con lujo y placer; se halla situada en una cañada sobre la cima de la cordillera; con calles irregulares, edificios elegantes y cómodos, una alhóndiga donde empezó la revolucion y contrarevolucion, 12 templos incluidos tres conventos, casa de moneda, teatro, dos colegios, una escuela lancasteriana, y ademas es residencia del Tribunal de Justicia, del gobernador y de otras autoridades.

Otra poblacion importante, perteneciente al Estado de Guanajuato, es Celaya, ciudad colocada en el rico valle de su nombre, con hermosas calles y buenos edificios; tiene cuatro conventos y una parroquia de bella arquitectura, celebrándose mucho la torre y cúpula de la magnífica iglesia de los Carmelitas, que es uno de los mas bellos templos de la República, con hospital y colegio que fué de los jesuitas; dista 18 leguas de su capital, y su poblacion asciende á 14,000 almas.

No debe omitirse á la *Villa de Leon*, con hermosas calles tiradas á cordel y edificios regulares, una soberbia plaza adornada con una suntuosa iglesia parroquial, bellos pórticos, el palacio del gobierno y ricos almacenes; tiene tres conventos, colegio y hospital, y está situada 10 leguas al O. N. O. de su capital. Hace un comercio muy activo, y es el depósito principal de la fértil provincia nombrada Bajío donde se oyeron los primeros gritos de Independencia. Su poblacion es de 5,000 almas.

Igualmente pertenece al Estado la ciudad de Allende (antes San Miguel el Grande); es real de minas, y poblacion de mucho nombre por sus manufacturas, consistentes en armas blancas y obras de acero de todas clases, monturas y tejidos de lana; está situada á la falda de una colina en una amena llanura con clima delicioso, y en sus cercanías hay fuentes minerales; ha tomado el nombre del coronel Allende, uno de los principales asociados del cura Hidalgo en la revolucion de México. Poblacion 12,000 almas.

Otras muchas poblaciones, aunque no tan importantes, pertenecen al Estado de Guanajuato, como las villas de San Luis de la Paz y San Felipe, son bien pobladas y lo mismo Pénjamo, Irapuato, Temascalco ó Hidalgo (antes Dolores), pueblo donde empezó la revolucion de México en 1810, dirigida por su célebre cura D. Miguel Hidalgo y Costilla.

Mencionaremos tambien como una de sus principales poblaciones Salamanca, ciudad bien trazada, con edificios bonitos y una magnífica iglesia de Agustinos, donde se conservaba un riquísimo tesoro de la Virgen; pero mal situada en terreno llano y pantanoso, que cruza é inunda el rio Santiago limítrofe de Michoacan; su clima es insalubre, y se sufre mucha plaga de mosquitos. Poblacion 6,000 almas.

Atendiendo á que comunmente se da el nombre de rios á los arroyos ó torrentes, aunque á veces caudalosos, solo indicaremos tres rios pertenecientes al Estado de Guanajuato; el rio Lerma antiguamente Tololetlán, conocido en el Estado, mas bien por el *rio grande*, entra al Sur-Este dirigiéndose á Acámbaro, de donde se inclina mas al Noroeste pasando por Salvatierra, valle de Santiago y Salamanca, de aquí toma la direccion al Sur Oeste, por Pantoja y Rodeo de Mancera, al punto de Zambrano, de donde se dirige al Oeste entrando por la hacienda de Santa Ana y la Piedad, al lago de Chapala del Estado de Jalisco, y habiendo recorrido toda la parte del Sur de Guanajuato en una estension de cosa de 35 leguas. El rio de la *Laja*, nace poco mas al N. de la falda oriental de la gran montaña de Calzones, dirigiéndose por la Quemada al rancho de la Soledad, donde toma la direccion del Sur. Este, por Atotonilco á San Miguel de Allende; de aquí camina hácia el Sur por Chamacuero, San Juan de la Vega y San Miguelito hasta Celaya, de donde se dirige al Oeste, por el pueblo de Amole llegando á Salamanca, se junta con el rio Grande en el parage llamado de las *Adjuntas*, habiendo recorrido una estension como de 30 leguas en las indicadas direcciones. El rio *Tarbio* comienza como el anterior cerca de la montaña de Calzones y del Toro, pero en la parte del Poniente, y despues hace una gran curva que le obligan á formar los cerros de Cueraamaro y Tupátaro; en la Sierra de San Gregorio, hasta reunirse con el *rio grande* en el punto de Zambrano. Su estension es de 27 leguas N. S.

Referiremos entre las lagunas notables á la de *Yurirapuandaro*, que es la única que pertenece al Estado; este depósito de agua es muy considerable por su estension, que es como de 4 leguas de largo y una y media de ancho, hallándose en ella, entre otras pequeñas, una Isla de mas de 300 varas de largo y 250 de ancho, que dista mas de media legua de la orilla en el punto de Santiago, que es el mas inmediato á dicha Isla. El agua que contiene es dulce y abunda mucho en pescado bagre.

Igualmente hay otro depósito de agua, que es el que se conoce en el valle de Santiago con el nombre de la *Alberca*; esta es circular, y tiene la forma de un enorme pozo, por la elevacion de las paredes naturales que la circundan respecto del nivel á que está el agua, indicando todo su aspecto, no ser otra cosa que el cráter de un antiguo volcan apagado. El agua que contiene no es potable, y su profundidad no se ha podido saber con exactitud, no obstante las observaciones multiplicadas que se han verificado.

A la salida de Querétaro para el Estado de Guanajuato, y una legua antes de llegar á Celaya, está el hermoso puente de la *Laja* dirigido por Tres Guerras, que reúne á la solidez de su construccion, la belleza de sus proporciones, y el buen gusto, aun en los adornos é inscripciones que se hallan en sus extremidades.

Varios han pensado que la ubicación de dicho puente sobre el río, habría sido sin duda mejor hacia el pueblo de San Miguelito, por estar más elevado el terreno en aquella parte; pero el ayuntamiento de aquel tiempo se empeñó en que el puente quedase en línea recta de la esquina del Meson de la plaza de Celaya, no obstante las juiciosas observaciones del arquitecto.

Indudablemente debe mencionarse como una cosa notable, el puente de Acámbaro en el camino que se dirige al Estado de Michoacan, el cual se halla colocado sobre el río Grande: su estension es mayor que el de la *Laja*, y su construcción sólida, aunque no iguala á aquel en hermosura y proporciones, pues á su largo no corresponde su ancho, siendo por su estrechez impropio para que á la vez puedan pasar por él carros ó ganados numerosos.

Su construcción se debe al empeño que tomó el Ayuntamiento en formar un fondo, compuesto especialmente de la pequeña ganancia que se da á los compradores en las tiendas de comestibles, conocida con el nombre de *pilonos*. Esto puede servir para probar, que con cantidades que parecen insignificantes, pueden emprenderse grandes obras, si se usa de la economía y la constancia.

Casi á la entrada y salida de Irapuato, se han levantado no hace mucho tiempo dos puentes, el de las Animas, y el del paso de San José, ambos de mediana construcción, pero muy útiles, porque estando sobre los torrentes que vienen de Guanajuato, el lugar queda aislado, y los pasajeros detenidos durante las grandes avenidas. Mas moderno es aun otro puente construido en San Pedro Piedra-Gorda sobre el río Turbio, que facilita el paso para el Estado de Jalisco á los transeuntes que se dirigen por el camino llamado de las Haciendas.

Aunque el clima del Estado baja á una temperatura que no pueden resistir diversas plantas y frutos como los llamados de tierra caliente, y esto haga que no se cultiven el coco, el zapote negro, &c., sin embargo en cambio se dan abundantemente gustosos frutos, como el durazno, el membrillo, el peral, el manzano, el chavacano, la naranja, la cidra, el limón, el melón, la sandía, la calabaza, el pepino, el higo, el granado, las tinas y otros muchos. Hay igualmente plantas de diversos usos como el encino, el mezquite, el fresno, el árbol del Perú &c. Los arbustos más abundantes en el Estado son: los huisaches, la higuera, el tejocote, ó texocotl, el madreño, la *pinguica* y el magüey.

Ya hemos indicado que el Estado de Guanajuato es uno de los más ricos de la República, y se confirma por la inmensa cantidad de metales preciosos que encierra en sus montañas, cuya riqueza es superior á la proverbial de Potosí en la América del Sur. Los distritos ó demarcaciones en que se trabajan más ó menos minas de metales preciosos son Guanajuato, Villalpando, Monte de San Nicolás, Santa Rosa, Santa Ana, San Antonio de las Minas, Comanja, el Capulín, Comangilla, el Gigante, San Luis de la Paz, San Rafael de los Lobos, el Durazno, San Juan de la Chica, Rincon de Centeno, San Pedro de los Pozos, el Palmar de la Vega, San Miguel y San Felipe; de los cuales, unos han tenido minas en bonanza en ciertas épocas y otros constantemente desde muchos años atrás.

Ninguno ignora las bonanzas que ha tenido en varias épocas la mina de la Luz,

aunque no tan considerables como en estos últimos seis años: á ella pertenece la de San Bernabé, que fué la primera veta que se trabajó en lo que es hoy Guanajuato. Se encuentran también en abundancia el estaño, el plomo, hierro y cobre, &c., pero sus vetas no se trabajan porque toda la atención se fija en los metales preciosos.

Otra mina importante por su riqueza, perteneciente al mismo Estado, y una de las más célebres, es la *Valenciana*; la que puede servir para formar una idea más exacta de la inmensa cantidad de plata puesta en circulación por los mineros de México y el Perú. Señaláremos en este lugar el producto de plata que M. Humboldt señala á las minas más abundantes de América; el filon de Guanajuato, inclusive la *Valenciana*, las *Rajas* y otras minas á principios del siglo XIX daba 551,000 marcos de plata; el filon de Catorce 400,000 marcos, el de Zacatecas entre 335 y 400,000; pero se ha de observar que solo la mina de la Valenciana, en el filon de Guanajuato, ha dado inmediatamente antes de la Revolución, hasta 630,000 marcos de plata: que el producto del filon de Pasco, algunos años después del establecimiento de las bombas de vapor, subió casi á 450,000 marcos, y que la cantidad media dada por el filon de Potosí desde 1558 á 1595 fué á lo menos de 887,073 marcos, y según otros cálculos esta última cantidad llegó á 1,407,330 marcos. Ahora bien, según Balvi, todas las minas de plata de Europa no producen más que unos 215,000 marcos.

## QUERETARO.

El Estado de Querétaro está situado á los dos grados dentro del trópico de Cáncer á la parte meridional entre los 19° 35' y 21° 17' latitud N; y 0° 31' 52" de longitud O. del meridiano de México, comprendido todo desde San Juan de Guedé en jurisdicción de Santa María Mealco, hasta Nuestra Señora de Guadalupe de Arroyoseco: tiene de largo 52½ leguas comunes de S. á N. y 25 de O. á P. en su mayor anchura tomada del Batán del Agaocate. Su estension es de 869 leguas cuadradas de superficie absoluta. Sus límites son: al N. Guanajuato y San Luis Potosí, al E. y al S. México, y al O. Michoacan y Guanajuato; tiene un bello clima y aguas abundantes: su población es de 180,161 habitantes; su capital es la ciudad de Querétaro, situada á la falda de la loma de la Cruz, con calles hermosas, 3 plazas, bellos edificios y abundancia de mantenimientos esquisitos; tiene un gran acueducto con 40 arcos de 35 varas de elevación, 2 parroquias magníficas, un templo riquísimo dedicado á Nuestra Señora de Guadalupe y el convento de monjas de Santa Clara, digno de mencionarse por su inmensa amplitud: sus almacenes se hallan provistos de artefactos de varias clases.

Sus principales ciudades son: Mexútilan de la Sierra Madre, cabecera de partido en la parte oriental de la Sierra Madre en una cañada fértil, con clima templado y 6,000 almas: Cadereita, villa de 4,000 almas, situada entre los ríos Silla y Santa Lucía que corren al Moctezuma; sus cercanías son pintorescas, y otras de menor importancia.

Los cerros mas elevados son: el *Cimatario*, el del Mero, el Venado, el de Santa Rosa, el de la Botija, Cerro Alto, &c. Los rios son quince, siendo los mas notables, el Batan, Juriquilla, el de San Juan, el de Moctezuma y el del Estorax.

En los minerales del *Doctor*, *Riolanco*, *Macomi* y Escanecilla, hay 216 minas, siendo cinco de oro, 193 de plata y las restantes de cobre, plomo, estaño, azogue, antimonio y jaldre.

### MICHOACAN.

La situacion del Estado de Michoacan es en la faldia occidental de la cordillera de Anahuac entre los 17° 50' 5" y 20° 26' 30" de latitud N. y entre 1° 9' 20" y 4° 3' 20" de longitud O. del meridiano de México. Su mayor longitud es de 78 leguas en la direccion de S. S. E. á N. N. E. Los límites de Michoacan son: al N. Guanajuato y Querétaro, al E. el Estado de México y de Guerrero, al S. el Oceano Pacifico, y al O. el Estado de Jalisco y el territorio de Colima. Su clima es mas bien templado que cálido, pudiendo decir con propiedad que no hay invierno en el Estado. Su poblacion asciende á 554,558 habitantes.

La capital del Estado es Morelia, residencia de los supremos poderes y cabeza de obispado: se halla situada en el delicioso valle de Ollid, con calles y edificios regulares, buenas cercanías, un buen acueducto, hermosa catedral, dos iglesias parroquiales, seis conventos de religiosos y tres de monjas ect: el comercio de esta ciudad es considerable, y sus habitantes son muy industriosos; es patria de D. Agustín Iturbide, proclamado emperador en 1822.

Sus principales ciudades son: Pátzcuaro, ciudad de 8,000 almas, en la orilla oriental del lago de su nombre, dista 9 leguas de la capital, y con minas de cobre en sus inmediaciones. Tzintzontzan con 3,000 almas, y antigua capital del reino de Michoacan. Zamora, ciudad de 7,000 almas, cabeza de partido con haciendas en sus cercanías, su territorio es de lo mas rico de México, y cerca de él se halla el famoso volcan de *Jorullo*. Uruapam, pueblo de 5,000 almas. San Juan Zitácuaro, Maravatío, y otros de menor importancia.

Los rios que principalmente riegan el Estado son: el río de Santiago ó Tololo-tlan, el de las Balsas, el de Apatzingan; y los del Marques, Santa Bárbara, San José de Gracia y otros que desembocan en los primeros.

El lago del Pátzcuaro, perteneciente al Estado, es de los mas hermosos que tiene el territorio mexicano. Las montañas mas elevadas son: la de Tancitaro, cuyo pico está cubierto de nieves frecuentemente; la de Tzirate que contiene metales, el cerro de San Andrés, el de Patambam, el pico de San Nicolás y el de Guizeo, cuya altura sobre el mar es de 3,966  $\frac{2}{3}$  varas.

El Estado abunda en toda clase de producciones, así como de ganado, pero muy particularmente en el cabrío. Tiene en su territorio ricas minas, de las que se extraen gruesas sumas de numerario.

### PUEBLA.

El Estado de Puebla linda al N. con Veracruz, al E. con el mismo y Oajaca, al S. con el Pacifico, y al O. con México. Su temperamento es benigno y saludable, y su poblacion asciende á 700,500 habitantes.

La capital es Puebla de los Angeles, hermosa ciudad, situada en el hermoso llano de Acajete, con buenas calles, generalmente rectas y bien empedradas: tiene hermosas plazas, entre las cuales es bellisima la principal por ocupar uno de sus ángulos la magnífica Catedral, y hallarse rodeada por dos lados de soberbios portales, sobre los cuales se elevan excelentes edificios. Es residencia de las principales autoridades del Estado, del Tribunal de Justicia y del obispo, cuyo palacio debe colocarse como el mas suntuoso entre los edificios particulares, así como entre los mas bellos templos del mundo á la Catedral, y con especialidad entre los mas ricos, pues sus innumerables y elegantes columnas con plintos y capiteles de oro bruñido, su magnífico altar de plata cubierto de estatuas, vasos, etc., hacen un efecto sorprendente, y pueden sostener la comparacion con la famosa de San Pedro de Roma, enumera 36 templos, siendo de los mas notables San Agustín y Santo Domingo.

Entre los establecimientos de instruccion pública, son dignos de particular mencion el célebre Seminario Palafoxiano, y su copiosa biblioteca que se considera como la mejor de toda la República en lo perteneciente á materias eclesiásticas.

Sus principales ciudades son: Cholula, en donde se halla una pirámide llamada *Teocali*, cuya circunferencia es de 2,072 varas, hallándose situado en su plataforma el hermoso santuario de los Remedios: tiene una poblacion de 1.8000 almas, y al E. se hallan los famosos volcanes de Popocatepetl ó Istaciuatl; Atlixco con 3,000 almas; San Martín Texmeluca, Huejotzingo, Acajete, Tlaxpa y otros de menor importancia.

Sus principales producciones son: maiz, frijol, caña de azúcar etc. Abunda en ganado de cerda y caballo, y en algunas de sus poblaciones hay abundantes minas de caparrosa: tiene el Estado un pequeño puerto en el Oceano Pacifico, llamado Huehuetlan, lo mismo que el de Maldonado, que sirven para embarcaciones de poco calado.

Las minas son: Zautla, Barrancas, la Cañada, San Miguel Tenango, Alatlantepet, Zemextla, Istaciuatlitan y Toltecanela.

### VERACRUZ.

El Estado de Veracruz linda al N. con Tamaulipas, al E. con el Golfo de México, al S. con Oajaca, y al O. con San Luis, México y Puebla. Su temperamento es cálido, al estremo de hacerse insoportable é inevitables las fiebres de muerte, menos en el Castillo de San Juan de Ulúa y en Sacrificios. Su capital es Veracruz.

puerto principal de la República y del Estado, y su plaza fuerte también principal, situada en medio de los arenales de la playa Chalchihuacon sobre el seno mexicano, entre las puntas de Macambo al S. y Gorda al O., distantes entre sí  $5\frac{1}{2}$  millas. La ciudad rodeada de débiles y bajas murallas, en forma semicircular, tiene sus calles á cordel, anchas y bien trazadas, con buenas aceras; hay en Veracruz una hermosa parroquia, cuatro conventos, dos hospitales, dos puertas principales en las murallas que miran al camino de México, y á la parte N. otras dos para el muelle, y otra para Medellín, y la costa del E.

El castillo de San Juan de Ulúa, donde hay una torre con un fanal, cuyo costo ha pasado de 100,000 pesos, es lo que da seguridad al puerto de Veracruz; puede considerarse por todas razones como una plaza fuerte de primer orden. Entre Anton Lizardo y el castillo hay 4 leguas: desde aquel á punta Mocumbo, se cuentan  $2\frac{1}{2}$  en línea recta. Enfrente de ésta es donde se encuentra la pequeña isla de Sacrificios.

Sus mas importantes poblaciones son: Jalapa, á la falda oriental de la Sierra Madre al fin de la gran bajada de Perote, camino para Veracruz; disfrutan sus habitantes de la temperatura mas agradable que puede idearse. Está defendida de viento N. por el cerro Malcatepec, cuya falda es la que propiamente ocupa la población: á algunas millas en el camino de las Vigas se halla una cascada que talvez segun M. Beltrani, será la mas alta del orbe; su población es de 3,500 habitantes. Córdoba en la falda oriental del pico de Orizava, con calles anchas tiradas á cordel y bien empedradas; la rodean bosques y montañas, y además de los animales y frutas de que abunda, es afamada por sus plantaciones de Tabaco, café y azúcar: el primero de estos productos junto con el de Orizava hasta para el consumo de toda la República; su población es de 12,000 almas. Orizava con el mismo temperamento que Córdoba y las mismas producciones, y con una población de 16,000 habitantes. Alvarado, Perote, Tlacotalpan, San Andrés Tuxtla, Chiconhuaso y otras poblaciones menos importantes.

Los principales rios son: el Goatzacoalcos, San Juan, Alvarado y el Moctezuma que atraviesa el Estado en la parte N. O.

Al Estado de Veracruz pertenecen, el Cofre de Perote, el cerro de Barranca, la cumbre de la Hoya y el cerro de Malcatepec ya citado.

Abunda en todas las producciones y maderas mas conocidas de los Trópicos.

## OAJACA.

El Estado de Oajaca linda al N. con Veracruz, al E. con Chiapas y Tabasco, al S. con el Oceano Pacífico y al O. con el Estado de Puebla. Su clima es cálido en la capital y vário en los demas puntos, pero saludable; de suelo montañoso y con una población de 500,278 habitantes. Su capital es Oajaca, situada sobre el rio Verde en la parte O. de la Sierra Madre, cabeza de obispado con 21 jurisdicciones, residencia de las autoridades del Estado, y una de las mejores ciudades de

América, por sus calles, hermosos templos y edificios de piedra: su Catedral es magnífica, lo mismo que el palacio del obispo; cuenta 6 conventos de religiosos, dos hospitales, 3 colegios, 5 conventos de monjas, sobresaliendo por su arquitectura el templo de la Soledad, perteneciente á uno de ellos; está expuesta á terremotos; por la abundancia de sus producciones, puede considerarse como una de las mas importantes ciudades del Nuevo-Mundo, y su mercado siempre está provisto de abundantes y esquisitas frutas.

En el valle de Oajaca es donde particularmente se recoge la cochinita, verdadero tesoro de aquel pais, pues en el espacio de 62 años ha valido 95,937,509 pesos, sin incluir las sumas considerables que introdujo el contrabando á consecuencia de la subida del arancel.

Entre las cosas notables del Estado se numeran en el valle de Tula á tres leguas de Oajaca, el enorme sabino, cuyo tronco tiene mas de 40 varas de circunferencia, y los mentados palacios de Mitla, que por la distribución de los aposentos interiores presenta relaciones muy claras, con lo que se observa en los monumentos del Alto Egipto.

En el Estado, las poblaciones de mas vecindario son: Tehuantepec, su puerto principal con una población de 16,000 almas. Entre los cinco canales de navegación proyectados para abrir una comunicacion entre el Atlántico y el gran Oceano, uno de ellos es el Istmo de Tehuantepec entre los nacimientos del rio Chimalapa y del Paso, que entra en Goatzacoalcos. Villalta tiene muchos ganados, 6,000 almas y buenas cosechas de grana, trigo y otras semillas. Jamiltepec, con 4,000 almas, y abundante en grana, algodón, cera y cacao. Huayapan, considerado como el jardin de Oajaca, rodeado de un bosque de limoneros, naranjos y otra variedad de árboles frutales, y perfumado por la candelá, flor del cocotero, que refresca las aguas limpidas de los manantiales; Etla, Zachiá, Ocoelán y otras de menor importancia.

Riegan el Estado los rios de San Juan, Rio Verde, Rio de Tehuantepec, &c.

El grupo de minas de Oajaca se compone de 18 reales de minas, siendo las mas notables la de Zaenalpa, Oajaca y Villalta.

El Estado de Chiapas tiene por límites al N. y al E. Yucatan, al S. Guatemala y al O. Tabasco. El Estado se halla dividido en 14 partidos que comprenden 106 pueblos, y forman una población de 158,601 habitantes.

Su capital es San Cristóbal, llamada al principio Villa-Real, nombre que mudó posteriormente en los de Villaviciosa, de Ciudad-Real, de Chiapa de los Españoles, y finalmente en el que hoy tiene; fué fundada en 1528, sobre el sitio que ocupaba una población india, está situada en una hermosa llanura y es cabeza de obispado, del cual fué uno de los primeros obispos el inmortal Fr. Bartolomé de las Casas, defensor de los Americanos; tiene además de su

hermosa Catedral 3 conventos de religiosos, uno de monjas y varias ermitas; la hermosa dos rios, y su temperamento es muy agradable. Deben notarse como curiosidades singulares de México la fuente intermitente que existe á media legua de esta ciudad, la cual corre y se para alternativamente por el espacio de tres años, y las grutas de Ciudad-Real hermoseadas con estaláctitas. Sus poblaciones principales son: Chiapa de los Indios, sobre el rio Tabasco que la abastece de abundante pesca, á 10 leguas de su capital, en un valle agradable por las noches y caluroso por el día, donde se cultiva gran cantidad de azúcar que forma el principal ramo de su comercio; tiene 32,000 almas de vecindario y diferentes templos; antes de la revolucion solo estaba habitada por indigenas muy civilizados, que habian obtenido muchos privilegios del gobierno español, por la proteccion del filántropo Bartolomé de las Casas. Teopixca, villa de 10,000 almas, á 6 leguas de su capital; cerca de las cabeceras del rio Palizadas, con término abundante en ganados, especialmente caballos; hay una hermosa iglesia parroquial construida por los religiosos de Santo Domingo cuando estaba á su cargo el curato de esta villa. Comitlan, á 15 leguas S. E. de su capital, á orillas del pequeño rio de su nombre, afluente del Tabasco; tiene un convento; se hace en ella bastante comercio en producciones del país, y celebra un mercado muy concurrido. Coazingo, villa grande y notable por los vestigios de la antigua ciudad de Tula. Santo Domingo del Palenque, otro pueblo grande, que en nuestros días ha adquirido importancia por las imponentes ruinas de Culhuacan, impropiamente llamadas Palenque, y que M. Jomard llama la Tébas Americana; ofreciendo incontestablemente con las ruinas de Uxmal, los monumentos mas curiosos, mas grandiosos y notables del Nuevo-Mundo.

## TABASCO.

El Estado de Tabasco linda al N. con el golfo de México, al S. con Guatemala, al E. con Yucatan y Chiapas, y al O. con Veracruz y Oajaca. Su poblacion es de 90,000 habitantes, su temperamento demasiado cálido y húmedo. La superficie del Estado es de 16,000 leguas cuadradas. La capital es S. Juan B. de Tabasco, con 3,000 habitantes, residencia de las autoridades; sus edificios son de teja, y la poblacion se halla esparcida en caserios que figuran aldeas. El nombre de Tabasco es el del cacique que poseia este país cuando lo descubrieron los españoles, que fueron á conquistar la Nueva España al mando de Hernan Cortés, y en 1,525 lo conquistó y redujo á la obediencia de España el capitán Vallecill.

En el día son de poca importancia las poblaciones del Estado, como Victoria, Tecopatlan, Tampocalpa &c. Sus principales rios son: el Tabasco y el Usumasinta.

## YUCATAN.

El Estado de Yucatan, el mas oriental de la República, tiene por límites al N. el golfo de México, al E. el Cabo de San Antonio y mar de las Antillas, al S. Chia-

pas y Guatemala, y al O. el golfo de México. Su clima es caliente y seco y el número de habitantes asciende á 650,808. Su superficie es de 5,977 leguas cuadradas.

Las capitales Mérida, con 30,000 almas, cabeza de obispado, residencia de las autoridades; tiene calles anchas y rectas, y una gran plaza donde se halla el palacio del gobierno y la catedral; dos conventos de San Francisco, de los cuales el grande es magnífico.

Las poblaciones mas notables son: Campeche, situado en la embocadura del rio de San Francisco, sobre el Seno mexicano; fondean las embarcaciones á bastante distancia de la playa; está defendido por tres fortalezas; es puerto muy frecuentado y en los bosques que se estienden al S. de esta ciudad á lo largo del rio Champoton, es donde se corta el famoso palo de Campeche. Su poblacion es de 10,000 almas. Salamanca del Bacalar, situada á la izquierda del rio Hondo con 2,809 almas. Valladolid con 6 000 almas &c.

Los principales rios son: el Lagartos, el Bacalar, el de San Francisco, el de San José y el Babat &c. Yucatan tiene varias islas que dependen de su gobierno, como son: Kankun, Cozumel y la del Cármen.

## MEXICO.

El Estado de México (1) está comprendido entre los paralelos de 16° 40' 10" y 20° 10' de latitud Norte; y entre los meridianos de 1° 5' al O. y 3° 36' al Poniente. Su superficie es de 5,689 leguas cuadradas, siendo la lineal de 5,000 varas ó de 26. al grado del Ecuador.

Sus límites son al N. el Estado de Querétaro, al Oriente, el de Puebla y Veracruz, al S. el de Guerrero, y al Occidente el de Michoacan.

El clima es muy variado segun la inmediacion á la Sierra Madre, y la elevacion de los diferentes pueblos del Estado. Su poblacion asciende á 1,036,461 habitantes. La capital del Estado es Toluca, residencia de los supremos poderes del Estado, con calles regulares, buenos edificios, figurando entre los mas notables los famosos portales, la casa del gobierno, el salon de la Legislatura y varios conventos. Igualmente es digno de mencionarse el Instituto Literario, (2) que de dos años á esta parte ha tenido muy rápidos é importantes progresos, así como la Penitenciaría que está actualmente edificándose; sus alrededores son muy pintorescos, por las abundantes haciendas que se hallan en todas direcciones. En el camino de Méxi-

(1). Las noticias que se dan del presente Estado, están tomadas de las Memorias presentadas á la Honorable Legislatura, en los años de 1834 y 1849. No hemos querido mudar su situacion ni estension, que indudablemente han cambiado con la ereccion del Estado de Guerrero, pues se le señalaron los distritos de Acapulco, Chilapa y Tasco del territorio del Estado de México; por no tener noticias positivas del Estado de Guerrero.

(2). Es digno de mencionarse en este lugar al Sr. Lic. D. Felipe Sanchez Solís, Director del espresado Instituto, por su empeño en la educacion de la Juventud, y los esfuerzos que ha hecho por sus adelantos.—V.

co á Toluca, es sorprendente el famoso Monte de las Cruces, donde tuvo lugar la sangrienta accion que el ilustre caudillo de la Independencia de la Nacion, el Sr. D. Miguel Hidalgo y Costilla, sostuvo contra las tropas llamadas del Rey. En dicho camino se halla una enorme piedra sobre la cual se sabe tradicionalmente estuvo el cura Hidalgo el dia de la batalla; el gobierno del Estado hizo iniciativa al Honorable Congreso para erigir un monumento á la memoria de tan benemérito campeon.

El Estado de Méx'co tiene en su territorio la famosa caverna de Cacahuamilpan, uno de los mas célebres monumentos geológicos; así como el *Nevado de Toluca*, volcan que está situado á los 19° 11' 33" de latitud N. y los 101° 45' 38" long. occidental de Paris, según el Sr. Humboldt, que igualmente la coloca en el cuarto lugar de las montañas mas elevadas de la República.

Sus principales poblaciones son: Lerma, Talancingo, Pachuca, Mineral del Monte, Huejutla, Tenancingo, Mexitlan, Actopan, Metepec, Ahmoloja, Tlalpan, San Angel, &c.

Los principales rios son: el muy conocido de Lerma, que tomando varios nombres recorre diversos Estados y desemboca en el Oceano Pacifico; el de Cuernalá, en el territorio de Acolman, el de Mexitlan, y otros varios que desembocan unos en el Lago de Texcoco, y otros en el de Chalco.

El Estado abunda en toda clase de producciones, pero muy particularmente en semillas de todo género que se recojen en el hermoso *valle de México*, y son las mas apreciadas en toda la República. Abunda tambien en producciones minerales que se estrae de las reales minas de Tusco, Ajochidan, Pachuca y Mineral del Monte, donde solo hay 41 en laborio, y 65 sin trabajar.

## TLAXCALA.

Tlaxcala, declarado constitucionalmente territorio de la Federacion en 24 de Noviembre de 1824, se halla situado á 19° 16' 5" latitud N. y 100° 31' 38" de longitud respecto de Paris. La superficie del territorio comprende 400 leguas cuadradas en que se hallan, 1 ciudad, 109 pueblos, 18 barrios, 168 haciendas, 94 ranchos, 8 molinos de trigo, 2 ferrerías, 1 máquina de hilados y tejidos de lana.

Sus limites son al Norte y Poniente diferentes haciendas todas pertenecientes al Estado de Puebla; por el Sur con haciendas que fundan esteriormente con pueblos de la capital del Estado de Puebla y con los del partido de Amozoc; y por el Oriente con haciendas del mismo Estado, y del de México.

El clima es benigno, agradable y sano; tiene una poblacion de 80,000 almas, repartidas en los tres partidos de Tlaxcala, Huamantla y Tlaxco en que se halla dividido el territorio.

Tiene por capital ó lugar principal á Tlaxcala, donde se hacen notables por su solidez y construccion, el palacio, la iglesia parroquial y el convento de San Fran-

cisco. Llamen la atencion por la antigüedad y solidez, los puentes de S. Benito, el de Atlahuetzia, y el que se halla inmediato al molino del mismo nombre.

Se enumeran en el territorio 75 establecimientos de educacion primaria, á que concurren 3,170 alumnos.

Las producciones de Tlaxcala son: maiz, trigo, cebada, nayo diverjon, garbanzo, chile, papas, etc.; se reproducen las frutas de tierra caliente, fria y templada; maderas en abundancia, la tremamúsc y su resaca, el tequezquite del pueblo del Carmen é inmediaciones de Ixtacuixtla.

Los puntos de mas altura son: el Madalcueyult, el de la Peña, el de Caballo Blanco, el de Acopinaleco en el partido de Tlaxco, y los cerros de la Hacienda de Tecomaluca, de la Noria, limite con Iztacmazitlan, todo ramo de la gran cordillera: los cerros de Mitepec, el célebre de Cuantzin y otros varios.

Los rios que propiamente merecen tal nombre en el territorio son: Zahuapam y Atoyac. La laguna mas notable es la de Acuitlapilco.

## COLIMA.

El territorio de Colima se halla situado al Poniente de México y de Guadalaajara, cuya ciudad dista 38 leguas de la de Colima. Posee los terrenos mas fértiles del Mar del Sur, cuyas aguas le bañan en una estension de 326 leguas y media de costa. Su mayor estension de Oriente á Poniente es de 36 leguas, y su mayor de N. á S. la de 20, resultando con una área de 720 leguas cuadradas.

Linda por el Nordeste con el canton de Autlan del E. de Jalisco, por el N. y N. E. con el canton de Sayula del mismo Estado, por el Sur con el mar Pacifico, y por el Oriente con el Estado de Michoacan.

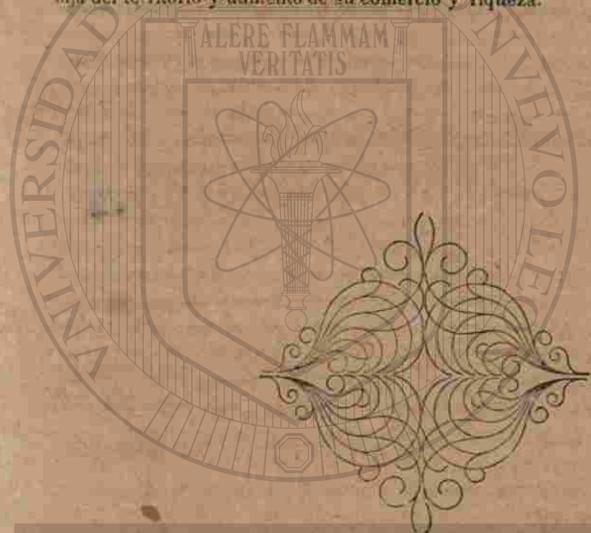
Su temperamento es caliente y algo húmedo. El territorio se divide actualmente en dos partidos, el uno llamado tambien de Colima, y el otro de Ahmolojan, y contienen ambos una poblacion de 61,243 habitantes, que se contienen en una ciudad, una villa, 17 pueblos, 11 congregaciones, 20 haciendas y 96 ranchos principales según los censos del año de 1848.

Riegan el territorio, los rios de Colima y el Armería, que naciendo en el canton de Autlan, atraviesa de N. á S. casi por mitad del territorio, hasta desembocar en el mar Pacifico; el de Coahuayan, que naciendo en el canton de Sayula, se une en su curso de S. á N. con varios rios, desembocando todos unidos en el ya citado mar, junto al punto llamado Boca de Aspira donde confina el territorio, y comienza el Estado de Michoacan.

La capital es Colima con 31,774 habitantes, villa fundada (hoy ciudad) en el año de 1522 por Gonzalo de Córdoba. Los edificios mas notables son los siguientes: La iglesia parroquial, el convento de la Merced, el templo del Dulce Nombre de Jesus, el convento de San Juan de Dios, el colegio de Niñas, la Cárcel Nacional y la Casa Municipal. No debemos dejar de mencionar el hermoso puente de la ciudad,

que atraviesa el río de Colima, y no pasa por dentro de la capital del lado del Poniente. Es de muy regular construcción, de buen gusto y de la mayor comodidad.

El territorio cuenta con excelentes minerales, con los criaderos de sal de que ha-  
ce abundante comercio con los Estados limítrofes, y aun fuera de ellos, por el famo-  
so puerto del Manzanillo, que se halla á la parte de la costa cercana de su límite  
occidental con Jalisco. Tiene numerosas crías de ganado de toda especie en las  
haciendas y ranchos, y sus principales frutos de Agricultura son: el maíz, frijol,  
trigo, y otras semillas que se cambian y exportan por el Manzanillo, con gran ven-  
taja del territorio y aumento de su comercio y riqueza.



## PROBLEMAS

QUE SE RESUELVEN

### POR EL GLOBO TERRESTRE.

**PROBLEMA I.** Representar las tres posiciones de la esfera.

**RESOLUCIÓN. 1.** Muévase el meridiano hasta que los dos polos estén en el ho-  
rizonte, cada uno en su punto respectivo. El globo en esta posición representará  
la esfera recta; es fácil ver que no hay sino una sola posición de la esfera recta.

**2.** Muévase el meridiano hasta que el Ecuador se confunda con el horizonte.  
De este modo el globo representará la esfera paralela. Como el meridiano puede  
moverse en dos diferentes direcciones elevando cualquiera de los polos, es eviden-  
te que hay dos posiciones para la esfera paralela.

**3.** Elévase cualquiera de los polos á cualquiera altura menor de  $90^\circ$ , y el glo-  
bo representará la esfera oblicua. Es claro que son innumerables las posiciones  
posibles de la esfera oblicua.

**PROB. II.** Dado un sitio, hallar su latitud y longitud.

**RES.** Después de haber hallado el sitio en el globo, vuélvase éste, hasta que el  
tal sitio venga al meridiano de bronce. El grado del meridiano al cual correspon-  
da, será su latitud, y el grado del Ecuador que corte el meridiano, será su lon-  
gitud.

**EJEMPLO.** ¿Cuál es la latitud y longitud de París y Roma?

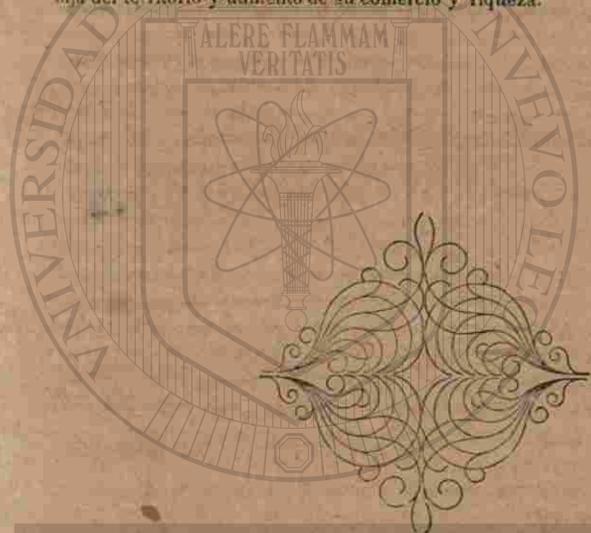
**RES.** De París,  $48^\circ 50'$  lat. N., y  $2^\circ 25'$  long. E. De Roma,  $41^\circ 53'$  lat. N.,  
y  $12^\circ 34'$  long. E.

**PROB. III.** Conocida la latitud de un sitio, rectificar el globo con respecto á di-  
cho sitio.

**RES.** Elévase el polo que corresponda á la latitud dada, el mismo número de

que atraviesa el río de Colima, y no pasa por dentro de la capital del lado del Poniente. Es de muy regular construcción, de buen gusto y de la mayor comodidad.

El territorio cuenta con excelentes minerales, con los criaderos de sal de que ha-  
ce abundante comercio con los Estados limítrofes, y aun fuera de ellos, por el famoso puerto del Manzanillo, que se halla á la parte de la costa cercana de su límite occidental con Jalisco. Tiene numerosas crías de ganado de toda especie en las haciendas y ranchos, y sus principales frutos de Agricultura son: el maíz, frijol, trigo, y otras semillas que se cambian y exportan por el Manzanillo, con gran ventaja del territorio y aumento de su comercio y riqueza.



## PROBLEMAS

QUE SE RESUELVEN

### POR EL GLOBO TERRESTRE.

**PROBLEMA I.** Representar las tres posiciones de la esfera.

**RESOLUCIÓN. 1.** Muévase el meridiano hasta que los dos polos estén en el horizonte, cada uno en su punto respectivo. El globo en esta posición representará la esfera recta; es fácil ver que no hay sino una sola posición de la esfera recta.

**2.** Muévase el meridiano hasta que el Ecuador se confunda con el horizonte. De este modo el globo representará la esfera paralela. Como el meridiano puede moverse en dos diferentes direcciones elevando cualquiera de los polos, es evidente que hay dos posiciones para la esfera paralela.

**3.** Elévase cualquiera de los polos á cualquiera altura menor de  $90^\circ$ , y el globo representará la esfera oblicua. Es claro que son innumerables las posiciones posibles de la esfera oblicua.

**PROB. II.** Dado un sitio, hallar su latitud y longitud.

**RES.** Después de haber hallado el sitio en el globo, vuélvase éste, hasta que el tal sitio venga al meridiano de bronce. El grado del meridiano al cual correspondi, será su latitud, y el grado del Ecuador que corte el meridiano, será su longitud.

**EJEMPLO.** ¿Cuál es la latitud y longitud de París y Roma?

**RES.** De París,  $48^\circ 50'$  lat. N., y  $2^\circ 25'$  long. E. De Roma,  $41^\circ 53'$  lat. N., y  $12^\circ 34'$  long. E.

**PROB. III.** Conocida la latitud de un sitio, rectificar el globo con respecto á dicho sitio.

**RES.** Elévase el polo que corresponda á la latitud dada, el mismo número de

grados que sea la latitud. El globo representará la posición de la esfera con respecto á dicha latitud y estará rectificado.

PROB. IV. *Conocida la latitud de un sitio, hallar todos los sitios que tienen la misma latitud que él.*

RES. Tráigase el sitio dado al meridiano (1), y nótese su latitud; vuélvase el globo sobre su eje. Todos los sitios que pasen bajo el mismo grado del meridiano, tendrán la misma latitud.

PROB. V. *Hallar la diferencia de latitud entre dos sitios cualesquiera.*

Márquese en el meridiano la latitud de cada sitio; cuéntense los grados comprendidos entre las dos latitudes, y su número expresará la diferencia pedida. El cálculo para la resolución del problema es muy fácil, porque los dos sitios, ó bien están en el mismo hemisferio, ó en diferentes. En el primer caso debemos restar á latitud menor de la mayor, y en el segundo se deben sumar ambas.

EJEMPLO. *¿Cuál es la diferencia de latitud entre Londres y Roma?*

RES.  $3^{\circ} 58'$ .

PROB. VI. *Conocida la longitud de cualquier sitio, hallar todos los sitios que tienen la misma longitud.*

RES. Tráigase el sitio al meridiano, y todos los sitios que estén á lo largo de la línea del meridiano desde un polo al otro, tendrán la misma longitud, puesto que todos ellos corresponden al mismo grado del Ecuador.

PROB. VII. *Hallar cuántas millas hacen un grado de longitud en cualquier paralelo de latitud.*

RES. Siendo los paralelos de latitud mas y mas pequeños desde el Ecuador á los polos, es claro que los grados de longitud son tambien proporcionalmente mas y mas pequeños. Bajo el Ecuador, siendo cada grado parte de un círculo máximo, tiene 60 millas geográficas. Bajo el polo, la estension de un grado se reduce á cero, y en otro cualquier paralelo intermedio, es proporcionado á la distancia á que esté del Ecuador.

Para resolver el problema por el globo con algun grado de exactitud, debe procederse como sigue.

Póngase el cuadrante de altura paralelo al Ecuador entre dos cualesquiera meridianos que difieran  $15^{\circ}$  en longitud á la latitud dada. Ahora, como cada grado del cuadrante interceptado entre ellos vale 60 millas, porque pertenece á un círculo máximo, si multiplicamos su número por 60 y partimos el producto por 15, el cociente será el número pedido.

EJEMPLO. *¿Cuántas millas geográficas tiene un grado de longitud á la latitud de  $60^{\circ}$ ?*

RES. 30.

PROB. VIII. *Reducir á tiempo cualquier longitud dada.*

RES. Como la tierra por su movimiento de rotacion presenta al sol todos sus meridianos unos tras otros, es claro que sus habitantes deben contar diferentes ho-

(1) Siempre que no se espere otra cosa, se entenderá por meridiano el de bronce.

ras segun la diferencia de sus longitudes. Cuando el sol llega á cualquier meridiano, es medio dia para todos aquellos que están bajo de su línea. Quince grados al Este de él cuentan la una de la tarde; las dos á  $30^{\circ}$ ; las tres á  $45^{\circ}$ , y así prosiguiendo desde que el sol pasó su meridiano. Los que habitan hácia el Oeste, cuentan las diferentes horas de la mañana en la misma proporcion á la diferencia de su longitud. Tal es la correspondencia entre el tiempo y la longitud, que puede sustituirse aquel por ésta; de modo, que decir que un sitio está una hora al Este de otro, ó que está  $15^{\circ}$  al Este de él, es una misma cosa. Como esta sustitucion se hace con frecuencia, es preciso que sepamos tambien hacer fácil uso de ella. No debemos omitir aquí el decir que el sol en su revolucion diaria anda  $15^{\circ}$  cada hora, y un grado en cuatro minutos. Entendido esto, ninguna dificultad ofrece la cuestion, y para resolverla, procederemos como sigue. Cuéntese una hora por cada  $15^{\circ}$  contenidos en la longitud dada; multiplíquese por 4 el número de grados que quede, y el producto será el número de minutos de tiempo, á los cuales debe añadirse un minuto mas por cada 15 minutos de grado que haya. Si aun quedan algunos minutos de grado, multiplíquese los tambien por 4, y dará los minutos segundos de tiempo etc.

EJEM. *Se pide reducir á tiempo  $63^{\circ} 36' 48''$ .*

RES. En  $63^{\circ}$  hay cuatro veces  $15^{\circ}$ , igual á 4 horas, y escribo 4; multiplico por 4 los  $3^{\circ}$  que quedan, y saco 12 minutos de tiempo, y como los  $36'$  de grado dados valen dos minutos de tiempo, los añado á los 12 que saqué antes, y compondrán 14 minutos de tiempo; aun quedan  $6'$  que multiplicaremos igualmente por 4, y darán 24 segundos de tiempo, á los cuales añadiremos 3 mas, porque en los  $48''$  dados, cabe el 15 tres veces, y compondrán 27 minutos de tiempo. Por último, aun quedan  $3''$ , que multiplicados tambien por 4, dan 12 minutos terceros de tiempo; de modo, que los  $63^{\circ} 36' 48''$  componen 4 horas, 14 minutos, 27 segundos y 12 terceros de tiempo.

PROB. IX. *Reducir á longitud cualquier tiempo dado.*

RES. Cuéntense  $15^{\circ}$  por cada hora y añádase un grado por cada 4 minutos. Si quedan algunos minutos, multiplíquense por 15, y se tendrá el número de minutos de grado, á los cuales debe añadirse uno por cada 4 segundos de tiempo; y continúese como antes.

EJEM. *Pídese reducir á grados de longitud 4 horas, 46 minutos, 30 segundos 24 terceros.*

RES. Las 4 horas multiplicadas por 15, dan  $60^{\circ}$ , á los que añadiremos  $11^{\circ}$  mas por 44 minutos y harán  $71^{\circ}$ . Aun quedan 2 minutos de tiempo que multiplicados por 15, dan  $30'$ , á los que añadiremos  $7'$  mas por 28 segundos de tiempo, y harán  $37'$ . Todavía quedan 2 segundos, que multiplicados por 15 dan  $30''$ , y añadiéndoles  $6''$  por los 24 terceros salen  $36''$ ; de modo que diremos que las 4 horas, 46 minutos 30 segundos 24 terceros componen  $71^{\circ} 37' 36''$ .

PROB. X. *Dada la hora que es en dos sitios, hallar su diferencia en longitud.*

RES. Cálculése en tiempo la diferencia entre los dos sitios, y en seguida redúzcase á grados de longitud por el problema IX.

EJEM. Cuando son las 3 y 43 minutos de la tarde en Paris, en Madrás cuentan las 8 horas 57 minutos 32 segundos tambien de la tarde. ¿Cuál es, pues, la diferencia en longitud entre estos dos sitios?

RES. La diferencia en tiempo es 5 horas 12 minutos 32 segundos =  $78^{\circ} 8'$ .

PROB. XI. Dado un sitio y en él la hora, hallar qué hora es en otro sitio cualquiera.

RES. Tráigase el sitio cuya hora se conoce al meridiano; póngase el índice ó círculo horario á la hora dada; vuélvase el globo hasta que el otro sitio venga al meridiano, y el índice señalará la hora pedida.

EJEM. Cuando en Londres son las doce del día, qué hora es en Nankin en la China?

RES. Las 8 de la noche.

PROB. XII. Hallar el lugar ó sitio del sol en la eclíptica, en cualquier día del año.

RES. Búsqese en el horizonte el día dado; márquese qué signo y grado corresponde á dicho día. Hállese el mismo signo y grado en la eclíptica y se encontrará en ella el sitio del sol para el día dado.

EJEM. ¿Cuál es el sitio del sol en la eclíptica el 14 de Julio?

RES.  $22^{\circ}$  de Cáncer.

PROB. XIII. Dado el sitio del sol en la eclíptica, hallar el día del año.

RES. Hállese en el horizonte el signo y grado, en que se supone estar el sol y á su lado estará el día que se busca.

EJEM. ¿En qué día del año está el sol en los  $4^{\circ}$  de Capricornio?

RES. El 25 de Diciembre.

PROB. XIV. Hallar cuatro días en el año, uno en cada tres meses; en que el Sol tenga la misma declinacion Norte ó Sur.

RES. Hállese los cuatro puntos de la eclíptica que están á igual distancia de la equinoccial y de los solsticios, los cuales se hallan tres meses distantes uno de otro, y tienen el mismo grado de declinacion.

PROB. XV. Dada cualquiera latitud, hallar la altura meridiana del sol en cualquier día del año.

RES. Rectifíquese el globo á la latitud dada; búsqese en la eclíptica el sitio del sol y tráigase al meridiano; cuéntense los grados que hay entre el horizonte y el punto del meridiano que corta el sitio del sol, y su número espresará la altura pedida. Pero téngase presente que como el sol no puede estar mas elevado que el zenit, si la altura hallada saliese mayor de  $90^{\circ}$ , debe contarse al otro lado del meridiano.

EJEM. ¿Cuál es la altura meridiana del sol el 31 de Mayo en Londres?

RES.  $60\frac{1}{2}^{\circ}$ .

PROB. XVI. Conocida la altura meridiana del sol en un día y sitio cualquiera, hallar la latitud del sitio.

RES. Búsqese el sitio del sol en el día dado y tráigase al meridiano; muévase el globo en la direccion Norte ó Sur, hasta que el punto del meridiano que cor-

ta el sitio del sol corresponda á la altura supuesta, y quedará el globo rectificado á la latitud pedida.

EJEM. ¿En qué latitud es la altura meridiana del sol  $79\frac{1}{2}^{\circ}$  el 4 de Junio?

RES.  $32^{\circ} 45'$  lat. N.

PROB. XVII. Señalada cualquiera latitud fuera de la zona tórrida, hallar la mayor y menor altura meridiana del sol.

RES. La mayor altura meridiana del sol es cuando llega al solsticio del verano, despues de cuyo punto disminuye diariamente hasta llegar al solsticio del invierno. Despues de haber rectificado el globo á la latitud señalada, tráigase al meridiano cualquiera de los solsticios, y en seguida calcúlese su respectiva altura (problema XVIII); pero téngase presente que el solsticio del verano para los que viven en el hemisferio boreal, es el principio de Cáncer y el de Capricornio para los que viven en el austral.

EJEM. ¿Cuál es la altura meridiana del sol en los solsticios á la latitud de Londres?

RES. En el solsticio del verano  $61^{\circ} 57'$ . En el del invierno  $15^{\circ} 1'$ .

PROB. XVIII. Señalado cualquier sitio en la zona tórrida, hallar cuál será en él la menor altura meridiana del sol.

RES. Todos los habitantes que viven en la zona tórrida tienen ciertos días del año el sol en su zenit; de donde se infiere que la cuestion no puede ser acerca de su mayor altura, la cual sabemos ya que es de  $90^{\circ}$ , elevacion á la que jamas llega en las otras zonas. Otra circunstancia particular de la zona tórrida es que el sol consigue su mayor elevacion dos veces al año, puesto que pasa dos veces por el zenit. Tambien es de reparar, que los días en que esto sucede nada tienen de comun con los solsticios, sino que estriban enteramente en la situacion del sitio entre los trópicos. Por lo que hace á la menor altura meridiana del sol, la solucion del problema es la misma para esta zona que para las templadas.

Rectifíquese el globo á la latitud; tráigase al meridiano el punto del solsticio del hemisferio opuesto, y calcúlese la altura como antes.

EJEM. ¿Cuál es la menor altura meridiana del sol en Goa.  $15^{\circ} 21'$  lat. N?

RES.  $51^{\circ} 1'$ .

PROB. XIX. Señalado un sitio en donde el sol tiene un cierto grado de altura meridiana en cualquier día particular del año, hallar otro sitio en donde en el mismo instante tenga el sol la misma altura meridiana.

RES. Márquese el punto del meridiano que corta el sitio del sol; tráigase al meridiano el sitio dado; cuéntese en este círculo cuántos grados está distante del sol; tómese el mismo número de grados en direccion opuesta, de modo que quede el sol exactamente en el medio. Ahora bien, es evidente que se observará el sol desde este sitio, y el primero á la misma elevacion, puesto que ambos están á igual distancia de él, y ambos contarán tambien medio día, una vez que están bajo el mismo meridiano.

EJEM. El 25 de Agosto se observa en Londres la altura meridiana del sol  $49^{\circ} 4'$ . ¿En qué otra latitud se observa la misma en el mismo instante?

RES. En la lat. N.  $33^{\circ} 21'$ .

PROB. XX. *Conociendo la altura meridiana del sol en cualquier dia y sitio, hallar todos los sitios en donde tiene el sol esta misma altura en el mismo instante.*

RES. Rectifíquese el globo por la declinacion del sol, y tráigase el sitio señalado al meridiano; fijese el cuadrante de altura al punto del meridiano que corresponde á la declinacion del sol; póngase sobre el sitio señalado y márchese el punto de contacto. Ahora bien, si damos vuelta al cuadrante, el punto sobre el sitio describirá en el globo un círculo proporcionado á la distancia del sitio al sol. Desde todos los diferentes puntos del círculo se observará el sol en aquel instante á la misma elevacion, puesto que todos están igualmente distantes de él. Será medio dia en aquellos dos puntos que estén bajo el meridiano; pero en los otros puntos contarán diferentes horas segun la diferencia de longitud, cuyas horas pueden hallarse si se quiere por el problema XI.

EJEM. *El 20 de Octubre la altura meridiana del sol en Paris es  $40^{\circ}$ . ¿Desde qué otros sitios del globo se ve en aquel instante á  $40^{\circ}$ ?*

PROB. XXI. *Dado un dia cualquiera del año, hallar en qué paralelo de latitud deja el sol de tener altura meridiana alguna, ó de aparecer sobre el horizonte ni aun al medio dia.*

RES. Búsquese el sitio del sol para el dia dado y tráigase al meridiano; elévese el polo opuesto al sitio del sol hasta que este sitio toque al horizonte, y estará el globo rectificado á la latitud que se busca.

EJEM. *¿En qué latitud deja de tener el sol elevacion alguna el 18 de Noviembre?*

RES. A los  $36^{\circ}$  lat. N.

PROB. XXII. *Conociendo el dia en que cesa de tener altura alguna el sol, como por el problema anterior, hallar en qué otro dia principiará otra vez el sol á aparecer sobre el horizonte.*

RES. Rectifíquese el globo á la latitud y désele vueltas. Otro punto en la parte ascendente de la eclíptica tocará el horizonte en donde el meridiano le intercepta, y el dia que corresponda á este punto principiará el sol á aparecer sobre el horizonte.

EJEM. *¿En qué dia se eleva otra vez el sol sobre el horizonte á los  $69\frac{1}{2}^{\circ}$  lat. N.?*

RES. El 19 de Febrero.

PROB. XXIII. *Dada la latitud y la hora del dia, hallar la altura del sol.*

RES. Rectifíquese el globo á la latitud; tráigase el sitio del sol al meridiano; póngase el círculo horario á las doce y désele vueltas al globo hasta que el índice señale la hora dada. Póngase el cuadrante de altura sobre el sitio del sol y cuéntense los grados comprendidos entre él y el horizonte, y éstos espresarán la altura buscada.

EJEM. *¿Cuál es la altura del sol en Londres, el 31 de Mayo á las diez de la mañana?*

RES.  $52\frac{1}{2}^{\circ}$ .

PROB. XXIV. *Conociendo la latitud, el dia del mes y la altura del sol, hallar la hora del dia.*

RES. Rectificado el globo á la latitud, tráigase el sitio del sol al meridiano; pón-

gase el índice horario á las doce, y vuélvase el globo hasta que el sitio del sol esté exactamente en la elevacion supuesta. El índice manifestará la hora pedida. Pero nótese que como el sol tiene la misma elevacion dos veces al dia, esto es, por la mañana y por la tarde, puede responder la cuestion á dos diferentes horas

EJEM. *¿A qué horas es la altura del sol en Londres  $44\frac{1}{2}^{\circ}$  el 14 de Julio?*

RES. A las 9 de la mañana y á las 3 de la tarde.

Nota. Conociendo la altura del sol en cualquier hora, es fácil hallar á qué hora tendrá el sol otra vez la misma altura, bien sea repitiendo la operacion para el otro medio dia, ó contando desde el medio dia el mismo espacio de tiempo; pues es evidente que la altura del sol es la misma á las once de la mañana que á la una de la tarde, á las diez de la mañana, que á las dos de la tarde etc.

Dada la latitud y el dia, sería igualmente fácil hallar por el mismo método á qué horas viene el sol á una elevacion particular cualquiera.

PROB. XXV. *Hallar la distancia entre dos sitios cualesquiera.*

RES. Póngase el cuadrante de altura sobre los dos sitios propuestos; cuéntense los grados interceptados entre ellos. Si se multiplican por 60, se tendrá la distancia en millas geográficas; y si se multiplican por 20, en leguas marinas.

EJEM. *¿Cuál es la distancia entre Londres y Viena en millas geográficas?*

RES. 660.

PROB. XXVI. *Dado un sitio, hallar sus Antecos, Periecos y Antipodas.*

RES. Tienen estos puntos tal carácter de reciprocidad que es fácil hallarlos en el globo.

I. *Antecos.* Será muy fácil hallar los habitantes de la tierra llamados así, respecto de un sitio cualquiera por la siguiente descripción.

Conviene con dicho sitio en contar las horas del dia y en la duracion del dia mayor y el menor, que es precisamente la misma; pero tienen las estaciones enteramente opuestas. De aquí es que cuando en un sitio es verano, en el otro es invierno; cuando primavera en el primero, otoño en el segundo y así de lo demás. Tal es la reciprocidad de oposicion en las estaciones y los dias de los dos sitios comparados, que la duracion del dia en el uno es siempre igual á la duracion de la noche en el otro.

De esta descripción es fácil deducir que los Antecos de cualquier sitio deben hallarse bajo el mismo meridiano y en el mismo grado de latitud; pero en el hemisferio opuesto.

II. *Periecos.* Los habitantes de la tierra que se llaman así, con respecto á un sitio cualquiera, convienen con los de dicho sitio en la duracion de los dias y las noches y en el orden de las estaciones; pero están enteramente opuestos en contar las horas del dia, pues cuando en el sitio supuesto es medio dia, en el otro se cuenta media noche; cuando mañana en el primero, tarde en el otro y así de lo demás.

Por todo lo cual también es fácil inferir que los Periecos de cualquier sitio se hallan en el mismo grado de latitud y en el mismo hemisferio; pero bajo meridianos opuestos.

III. *Antípodas.* Los Antípodas de un sitio cualquiera convienen con los del otro solo en la duracion de su día mayor y menor, pues están enteramente opuestos en contar las horas del día y el orden de las estaciones. Luego es claro que los Antípodas de cualquier sitio deben buscarse en el mismo grado de latitud; pero bajo el meridiano y hemisferio opuesto.

*Nota.* El meridiano opuesto se puede hallar dando vueltas al globo hasta que el índice del círculo horario haya andado doce horas.

PROB. XXVII. *Manifestar la distincion entre los habitantes de la tierra conocidos con los nombres de Ascios, Anfiscios, Heteroscios y Periscios.*

RES. I. Los que viven entre los trópicos tienen el sol dos veces al año en su zenit y por consiguiente sobre su cabeza. En el momento en que esto sucede, los objetos que alumbrá el sol no arrojan sombra alguna, y á estos se les llama *Ascios*, que quiere decir *sin sombra*. De donde se infiere, que los habitantes de la zona tórrida son *Ascios* en ciertos tiempos del año.

II. Como el sol en el curso de su revolucion anna pasa alternativamente desde un trópico al otro, se sigue que los habitantes colocados entre estos dos círculos, le ven al medio día, una vez en la direccion del Norte y otra en la del Sur, y hallándose sus sombras siempre en direccion opuesta al sol, se dirigen por supuesto unas veces hácia el Norte y otras hácia el Sur. Por lo que los habitantes de la zona tórrida se llaman tambien *Anfiscios*, que quiere decir que tienen sus sombras dirigidas á ambos lados.

III. Una vez que el sol jamas se aleja del Ecuador mas allá de los trópicos, los habitantes de la tierra que viven mas allá de estos círculos, le ven al medio día invariablemente en la misma direccion; á saber, al Norte ó al Sur, segun en el hemisferio en que vivan. Por lo mismo los habitantes de las zonas templadas tienen siempre su sombra meridiana señalando á uno de estos dos puntos, por lo que se llaman *Heteroscios*; esto es, que arrojan sus sombras siempre á un lado solo.

IV. Mas allá de los círculos polares, se halla el sol en un tiempo del año sobre el horizonte sin ponerse jamas durante un cierto número de días y aun meses. Todo este tiempo circula al rededor del horizonte sin descender bajo de él; por consiguiente, la sombra de los objetos que alumbrá dan la vuelta tambien al rededor en direccion contraria, por cuya razon se llama á los habitantes *Periscios*, que quiere decir *sombra circular*. Los habitantes de las zonas frías ó heladas son *Periscios*.

PROB. XXVIII. *Dado un día cualquiera del año, hallar todos los sitios en donde el sol estará vertical este día.*

RES. Tráigase el sitio del sol al meridiano, nótese en este los grados que le corresponden, y dese vueltas al globo. Todas las partes del globo que pasen bajo el grado notado, tendrán sucesivamente el sol vertical en aquel día.

EJEM. *Sobre qué partes del globo está el sol vertical el 12 de Febrero?*

RES. Sobre todos los sitios que están á  $13\frac{1}{2}^{\circ}$  lat. S.

PROB. XXIX. *Conocido el día y la hora en un sitio particular cualquiera, hallar en donde estará el sol vertical en aquel mismo tiempo.*

RES. Hállese la declinacion del sol en el día dado y nótesela en el meridiano; tráigase el sitio dado al meridiano; póngase el círculo horario á la hora supuesta y vuélvase el globo hasta que el índice señale las doce. El punto del globo que corresponda con el grado marcado en el meridiano, tendrá el sol vertical á la hora señalada.

EJEM. *¿En dónde está el sol vertical el 11 de Mayo cuando son las cinco, y cuatro minutos de la tarde en Londres?*

RES. Sobre Puerto Real en Jamaica.

PROB. XXX. *Dado el día y la hora, hallar todos los sitios de la tierra en donde está saliendo el sol; los en que se está poniendo; los en que es mañana ó tarde; los que tienen medio día ó media noche; los en que es de día ó de noche; los que tienen el crepúsculo de la mañana ó de la tarde, y los que están en total oscuridad.*

RES. Para entrar á resolver este problema es necesario entender primero de qué modo alumbrá el sol á la tierra.

La tierra, por su movimiento de rotacion, presenta al sol sus diferentes meridianos unos despues de otros, mientras que el sol mismo parece moverse por la eclíptica y cambiar su declinacion. El efecto de estos movimientos es que las partes iluminadas de la tierra continuamente están mudando de lugar. Una mitad del globo está siempre iluminada por el sol; pero cada día, cada hora da á la parte alumbrada una nueva posicion y un nuevo aspecto. El punto, pues, que hay que resolver es determinar con evidencia esta precisa posicion en cualquier tiempo dado.

Hállese por el problema anterior el sitio en donde el sol está vertical á la hora supuesta. Tráigase el sitio al meridiano y póngase en el zenit rectificando el globo á su latitud. El globo representará entonces la exacta posicion de la tierra con respecto al sol al tiempo supuesto, y pueden verificarse los fenómenos siguientes.

Toda aquella parte de la tierra que está en el hemisferio superior, está vuelta hácia el sol y por consiguiente iluminada. Estando la otra mitad en el hemisferio inferior, se halla privada de luz. Todos los sitios que están á lo largo del meridiano tienen medio día, y los que se hallan bajo el meridiano opuesto tienen media noche. Los sitios que tocan el borde occidental del horizonte, se hallan ahora pasando al hemisferio alumbrado, por cuya razon está saliendo el sol para ellos, y contarán sucesivamente las horas de la mañana hasta que lleguen al meridiano. Todos los que tocan el borde oriental del horizonte han tenido las diferentes horas de la tarde, y como están ya pasando al hemisferio no alumbrado, pierden de vista al sol que para ellos se está poniendo. En fin, todos los sitios que no se hallen  $18^{\circ}$  bajo del horizonte, gozan del crepúsculo de la mañana ó de la tarde; mientras que los que se hallen mas de  $18^{\circ}$  deprimidos, están en total oscuridad.

PROB. XXXI. *Conocida la latitud de cualquier sitio, hallar el tiempo de salir y ponerse el sol, y la duracion del día y la noche en un día cualquiera del año.*

RES. Rectifíquese el globo á la latitud propuesta; tráigase el sitio del sol al

meridiano; póngase el círculo horario á las doce, y tráigase el sitio del sol al borde oriental del horizonte, el índice manifestará el tiempo de salir el sol. Si se trae el sitio del sol al borde occidental del horizonte, el índice marcará la hora de su puesta.

Se tendrá la duración del día duplicando la hora de ponerse el sol, y la duración de la noche duplicando la hora del salir. En esto no hay dificultad, pues como el día y la noche juntos componen 24 horas, basta saber la duración del uno para sacar la correspondiente á la otra y vice versa.

Ejem. *¿Cuál es el tiempo de salir y ponerse el sol y la duración del día y de la noche en Londres el 20 de Abril?*

Res. El sol sale á las 4 y 45 minutos, y se pone á las 7 horas y 15 minutos. El día tiene 14½ horas, y la noche 9½.

Prob. XXXII. *Hallar la duración del día y de la noche mas larga, mas corta en una latitud cualquiera.*

Res. Los días mas largos y mas cortos del año son los dos de los solsticios, por cuya razon para la solución del problema no se necesita mas que rectificar el globo á la latitud propuesta, y se hallará el tiempo de salir el sol y de ponerse en los días de los solsticios como el problema XXXI.

Ejem. *¿Cuál es la duración del día mas largo y del mas corto del año en la latitud de San Petersburgo?*

Res. El día mas largo es de 18 horas y 30 minutos, y el mas corto de 5 horas y 30 minutos.

Prob. XXXIII. *Dado un sitio en la zona frígida, hallar cuántos días permanecerá el sol sin ponerse ó sin salir.*

Res. Rectifíquese el globo á la latitud del sitio; vuélvase el globo sobre su eje, y obsérvense los dos puntos de la eclíptica que tocan el horizonte cuando lo corta el meridiano. El sol está sin ponerse todo el tiempo que corresponde á la parte de la eclíptica que no desciende al hemisferio inferior.

Nota. Al ejecutar esta operacion, se habrá observado indudablemente que puede escusarse una parte, puesto que los dos puntos de la eclíptica que se buscan, cortarán siempre la parte inferior del meridiano en el mismo grado que expresa la latitud del sitio.

Ejem. *¿Cuántos días permanece el sol sin ponerse en el cabo del Norte, en Lapid, latitud, 71° 10' N?*

Res. Desde el 15 de Mayo hasta el 27 de Julio; esto es, 74 días.

Prob. XXXIV. *Dada la latitud y el día, hallar la duración del crepúsculo de la mañana y el de la tarde.*

Res. Es sabido que la total oscuridad no se verifica, á menos que la depresión del sol sea 18° bajo del horizonte. El punto que hay, pues, que resolver por el problema es en qué instante preciso tiene el sol aquella depresión, y esto se hallará con facilidad del modo siguiente.

Rectifíquese el globo á la latitud dada; tráigase el sitio del sol al meridiano, y póngase el índice á las doce. En seguida tráigase el sitio del sol á la parte orien-

tal del horizonte, y márquese el punto de la eclíptica opuesto á él, y que por supuesto debe buscarse en la parte occidental del horizonte. Continúese bajando el sitio del sol hasta que el punto opuesto de la eclíptica haya ascendido 18°, que facilmente se hallarán por medio del cuadrante. El sitio del sol estará evidentemente deprimido el mismo número de grados, y el índice señalará el principio del crepúsculo de la mañana. Fácilmente se concibe que lo mismo hay que practicar para hallar el fin del crepúsculo de la tarde.

Ejem. *¿A qué hora principia y acaba el crepúsculo de la mañana y el de la tarde en Londres el 12 de Mayo?*

Res. El de la mañana principia á las una y 20 minutos, y el de la tarde acaba á las 10 y 40 minutos.

Prob. XXXV. *Dada la latitud y el día, hallar si el crepúsculo dura toda la noche.*

Res. Rectifíquese el globo á la latitud y tráigase el sitio del sol al meridiano inferior. Si está menos de 18° bajo el horizonte, es prueba de que el crepúsculo es continuo.

Ejemplo J. *¿Hay crepúsculo continuo en Londres el 1.º de Junio?*

Res. La depresión del sol á media noche es solamente 16° 21', por consiguiente, el crepúsculo dura toda la noche.

II. *¿Dura toda la noche el crepúsculo en el mismo Londres el 5 de Mayo?*

Res. La depresión del sol á media noche es de 22° 4', y por consiguiente no dura toda la noche.

Prob. XXXVI. *Hallar la latitud en que principia el crepúsculo continuo.*

Res. Tráigase el punto del solsticio del verano á la parte inferior del meridiano; elévese ó deprimase el polo hasta que este punto esté exactamente 18° bajo del horizonte, lo que se conocerá porque el otro solsticio estará entonces elevado 18° sobre el punto del Sur del horizonte. La elevación del polo resultará ser de 42° 30', por cuya razon en esta latitud es donde se principia á gozar el beneficio del crepúsculo continuo.

Prob. XXXVII. *Hallar en que latitud principian y acaban los climas de media hora.*

Res. Ya se ha dicho que los climas de media hora terminan en los paralelos en que el día mayor ó mas largo tiene 12½ horas, 13 horas, 13½ horas, etc., hasta el clima 24 en que el día mas largo tiene 24 horas. Es muy fácil calcular cuál debe ser la hora de ponerse el sol en donde la duración del día del solsticio comienza exactamente con los límites de cada clima.

Ejem. *¿En qué latitud termina el 6.º clima?*

Res. En los 41° 24' de latitud donde el día mas largo tiene 15 horas.

Prob. XXXVIII. *Dado un sitio cualquiera, determinar en qué clima se halla.*

Res. La solución de este problema es fácil despues de entendidos los anteriores.

Ejem. *¿En qué clima está situado Dublin?*

Res. En el 10.º.

PROB. XXXIX. Hallar los límites de los climas de los meses.

RES. Hállese qué porción de la eclíptica corresponde á uno, dos, tres, etc. meses de tiempo. Márquese cualquiera de los dos puntos en donde termina esta porción, y tráigase al meridiano inferior. Muévase el globo hasta que el mismo punto esté en el horizonte, y la elevación del polo manifestará sucesivamente las latitudes que se buscan.

EJEM. ¿En qué latitud termina el segundo clima?

RES. A los  $69^{\circ} 48'$  lat. y en la que permanece el sol por dos meses sobre el horizonte.

PROB. XL. Dada cualquier latitud en la zona frígida, hallar á qué clima pertenece.

RES. Vuélvase el globo sobre su eje y obsérvese qué dos puntos de la eclíptica interceptan al meridiano inferior en la latitud supuesta. Por la porción de la eclíptica que está comprendida entre los mismos puntos, se inferirá fácilmente cuántos días permanece el sol sobre el horizonte y por consiguiente á qué clima pertenece la latitud.

EJEM. ¿En qué clima están los  $73^{\circ}$  latitud N?

RES. En el  $5^{\circ}$  clima de los meses.

PROB. XLI. Explicar por medio del globo la ecuación del tiempo.

RES. La ecuación del tiempo es la diferencia que hay entre el tiempo que manifiesta un reloj bien regulado, y el que indica un reloj de sol. El primero, dividiendo el día en 24 horas, mide exactamente el tiempo igual ó verdadero. El segundo, midiendo las horas del día natural, que siempre varían, manifiestan solamente el tiempo aparente.

Acaso parecerá extraño que el sol no produce una medida exacta del tiempo, y que un día natural no es siempre de 24 horas como generalmente se cree; pero no obstante ninguna cosa hay más cierta. La astronomía ha demostrado que el sol no vuelve al meridiano cada día, después del mismo espacio de tiempo, y que el día natural no es uniformemente de la misma duración. Por observación se halla ser exactamente de 24 horas solo dos veces al año. Todos los demás días tienen diferente duración, siendo algunas veces un poco mayores y otras un poco menores de 24 horas.

El tiempo igual ó verdadero, no es, pues, el que señala un buen reloj de sol, sino el que manifiesta un reloj bien regulado; y á fin de que el tiempo aparente que indica el del sol pueda concordar con el primero y usarse con utilidad cuando se requiera exactitud, debe corregirse diariamente por una nueva ecuación.

La diferencia que se observa entre el tiempo aparente y el verdadero es el resultado de la combinación de dos causas distintas, que separadamente tienden á alterar la duración del día; pero no concurren siempre con igualdad para producir el mismo efecto, pues algunas veces se contrapesan una á otra. Una de las causas es la oblicuidad de la eclíptica, y la otra, la desigualdad del movimiento anual del sol.

I. La oblicuidad de la eclíptica por sí sola, debe alterar la duración del día na-

tural. Si el movimiento del sol fuese en el Ecuador ó en un círculo paralelo á él, la revolución de la tierra, que es uniforme, volvería á traer al meridiano en el mismo tiempo igual porción de la órbita del sol, y en este supuesto, todos los días del año serían invariablemente de la misma duración; pero como la eclíptica corta al Ecuador oblicuamente, no puede ser este el resultado, y la rotación de la tierra debe en tiempos iguales devolver al meridiano porciones desiguales de la eclíptica. Siendo su desigualdad necesariamente proporcionada al grado de oblicuidad, variará en cada punto de este círculo. Aun cuando el sol marche con regularidad por su órbita, volverá al meridiano algunas veces un poco antes, y otras un poco después, y el día natural será proporcionalmente más corto ó más largo.

Esto se puede fácilmente manifestar en un globo. Tráigase al meridiano el punto del equinoccio de la primavera que corta al Ecuador en el primer grado de la ascensión recta; vuélvase el globo de Este á Oeste, hasta que lleguen al meridiano  $10^{\circ}$  de la eclíptica, teniendo grande oblicuidad esta parte de la eclíptica, la porción del Ecuador correspondiente, y que también ha llegado ya al meridiano, resulta más corta que la primera en cerca de un grado. Por esta sola causa volvería, pues, el sol al meridiano cerca de 4' antes, y un reloj cualquiera que en el día del equinoccio hubiese concordado con otro de sol, estaría ahora 4' más atrasado que el sol. A los  $20^{\circ}$  de  $\Upsilon$  será  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  la diferencia, y  $2^{\circ}$  á los  $30^{\circ}$ . A los  $10^{\circ}$  de  $\zeta$  es  $2\frac{1}{2}^{\circ}$ , próximamente lo mismo; á los 20 y  $30^{\circ}$  del mismo signo, se disminuye  $2\frac{1}{2}^{\circ}$ , habiendo disminuido proporcionalmente la oblicuidad de la eclíptica. A los  $10^{\circ}$  de  $\Pi$ , es menor de  $2^{\circ}$ , á los  $20^{\circ}$ , solamente  $1\frac{1}{2}^{\circ}$ , y á los  $30^{\circ}$ , se reduce á cero.

Si los tres signos que siguen se someten á la misma operación, se observará el siguiente resultado.

A los  $10^{\circ}$  de  $\Sigma$ ,  $10^{\circ}$  y  $40'$  del Ecuador han llegado al meridiano, y por consiguiente, volvería el sol á él casi tres minutos después, ó atrasado, y un reloj que hubiese ido bien con otro de sol el día del solsticio, se adelantaría ahora con respecto al sol cerca de tres minutos. A los  $20^{\circ}$ , asciende la diferencia á  $1\frac{1}{2}^{\circ}$ , y á los  $30^{\circ}$  pasa ya de  $2^{\circ}$ . A los  $10^{\circ}$  de  $\Omega$  es de  $2\frac{1}{2}^{\circ}$ ; lo mismo es próximamente á los  $20^{\circ}$ ; y á los  $30^{\circ}$  del mismo signo, se ha disminuido á  $2^{\circ}$ . A los  $10^{\circ}$  de  $\Upsilon$  la diferencia no es más que  $1\frac{1}{2}^{\circ}$ ; á los  $20^{\circ}$ ; y otra vez se reduce á cero á los  $30^{\circ}$ .

Si continuásemos la operación con lo demás de la eclíptica, observaríamos el mismo resultado desde  $\alpha$  á  $\vartheta$ , que observamos desde  $\Upsilon$  á  $\Sigma$ , y desde  $\vartheta$  á  $\Upsilon$  que el que observamos desde  $\Sigma$  á  $\alpha$ .

De este modo, suponiendo que la oblicuidad de la eclíptica solo influyese en la duración del día natural, el reloj se atrasaría al sol desde los equinoccios á los solsticios, y se adelantaría desde los solsticios á los equinoccios, y nunca iría con el sol sino el 20 de Marzo, el 21 de Junio, el 23 de Setiembre y el 1.º de Diciembre. Pero hay una segunda causa para la desigualdad de los días que combinándose con la primera, altera necesariamente los resultados anteriores. Esta causa es la desigualdad del movimiento anual del sol, cuyo efecto nos toca ahora examinar.

II. No siendo la órbita que aparentemente describe el sol en los cielos un cír-

culo perfecto, sino una elipse, la velocidad de su movimiento varía continuamente. La mayor es, cuando el sol está más inmediato á la tierra, ó en su *perigeo* [ $9^\circ$  de  $\beta$ ]. En esta época avanza en su órbita á razón de  $1^\circ 1' 9''$ , 9 en el espacio de 24 horas. Después que ha pasado este punto, su velocidad disminuye gradualmente, hasta que llega al punto de su mayor distancia, ó su *apogeo* [ $9^\circ$  de  $\zeta$ ]. Su velocidad es entonces la mínima y no describe más que  $57' 11''$ , 5 de su órbita en 24 horas. Después de esto vuelve su velocidad á aumentarse de nuevo hasta que alcanza su *perigeo*, en que su velocidad otra vez es la máxima.

No siendo, pues, uniforme el movimiento del sol, su desigualdad, sin contar con otras causas, debe evidentemente producir un efecto en la duración del día natural; pues cuando su velocidad sea la mayor debe en el mismo espacio de tiempo adelantarse más hácia el Este, y por consiguiente debe volver más tarde al meridiano. Cuando su velocidad sea la menor debe suceder lo contrario, y volverá al meridiano proporcionalmente más pronto. En una palabra, si la desigualdad del movimiento del sol obrase sola en la duración del día natural, se observarían constantemente los siguientes efectos. Cuando el sol esté en su *perigeo*, los relojes, el común y el de sol irán uniformes. Desde el *perigeo* al *apogeo* conservando el sol un exceso de velocidad, el reloj común se adelantará al de sol. En el *apogeo* el reloj de sol y el común irán acordes otra vez; finalmente, desde el *apogeo* al *perigeo* no habiendo aun el sol balanceado su exceso de lentitud, el reloj común irá atrasado con el de sol.

Sucede, pues, 1.º que si fuese solo la oblicuidad de la eclíptica la que debiese considerarse, un reloj común y otro de sol jamás irían acordes sino cuatro días del año, á saber, los dos días de los equinoccios, y los dos de los solsticios: 2.º que si la desigualdad del movimiento del sol fuese la única causa que obrase en la duración del día, el reloj común y el de sol jamás irían acordes sino cuando el sol estuviera en su *apogeo* ó *perigeo* [el 1.º de Julio y 31 de Diciembre]. Pero como se combinan las dos causas, viene el resultado á ser diferente, como puede verse en la tabla de la ecuación. Los dos días en que la diferencia es mayor, son el 5 de Noviembre, en que el reloj va atrasado al sol en poco más de 16 minutos, y el 10 de Febrero, en que se adelanta al sol en cerca de 15 minutos. Los días en que no hay ecuación, y en que conviene el reloj con el sol, son el 15 de Abril, el 15 de Junio, el 31 de Agosto y el 24 de Diciembre.

## TABLA

— DE LA —

## ECUACION DEL TIEMPO. (1)

MESES.	Dias.	Ecuac.		MESES.	Dias.	Ecuac.		
			MINTS.				MINTS.	
ENERO, . . . . .	1		4+		15		4	
	3		5		20		3	
	5		6		24		2	
	7		7		28		1	
	9		8		31		0	
	12		9		SEPTIEMBRE, . . . . .	3		1-
	15		10			6		2
	18		11			9		3
	21		12			12		4
	25		13			15		5
	31		14			18		6
	FEBRERO, . . . . .	10			15	21		7
		21			14	24		8
		27			13	27		9
		MARZO, . . . . .	4			12	30	
8				11	OCTUBRE, . . . . .	3		11
12				10		6		12-
15			9	10			13	
19			8+	14			14	
22			7	19			15	
25		6	27			16		
ABRIL, . . . . .	28		5	NOVIEMBRE, . . . . .	15		15	
	1		4		20		14	
	4		3		24		13	
	7		2		27		12	
	11		1		30		11	
	15		0		DICIEMBRE, . . . . .	2		10
19		1-	5			9		
24		2	7			8		
30		3	9			7		
MAYO, . . . . .	13		4	11			6	
	29		3	13			5	
	JUNIO, . . . . .	5		2	16		4	
		10		1	18		3	
		15		0	20		2	
		20		1+	22		1	
25			2	24		0		
29			3	JULIO, . . . . .	26		1+	
5		4	28			2		
11		5	30			3		
28		6	AGOSTO, . . . . .					
9		5						

(1) + Este signo denota que el reloj se adelanta al sol — Este, que se atrasa.

## CUESTIONES.

I. Habiéndose comprado un reloj á condici6n de prueba, se puso con el sol el 1.º de Setiembre. Tres semanas despues, comparado con un reloj de sol, se hall6 que atrasaba 7 minutos. El 13 de Octubre atrasaba ya 14 minutos, y el 3 de Noviembre se habia aumentado el atraso hasta 16 minutos; pero como un mes despues habia ganado ya 7 minutos, se pregunta, tendr6 el comprador motivo para desconfiar en su reloj?

R. Al contrario, el reloj ha medido perfectamente el tiempo.

II. Un reloj que se suponía andar siempre muy arreglado, se sometió á la prueba siguiente: El 1.º de Mayo se puso con el sol. Un mes despues, comparado con otro de sol, iba perfectamente con el sol, y vuelto á comparar el 1.º de Julio, aun iba arreglado con él. Se pregunta, ¿ha andado bien el reloj todo este tiempo?

R. El reloj anduvo bien durante el primer mes, pero en el segundo atras6 seis minutos.

## INDICE.

	Pags.
INTRODUCCION, ó sea, Compendio de la historia de la Física. . . . .	1
LECCION I. Consideraciones generales acerca de la física; sus relaciones con las demas ciencias; importancia de sus aplicaciones, y exposici6n de los medios empleados en diferentes tiempos para adelantar en su estudio. . . . .	1
LEC. II. Clasificaci6n de las propiedades de los cuerpos, haciendo notar la necesidad de estudiar separadamente las que únicamente pertenecen á la materia; las que exclusivamente corresponden á los cuerpos, y las que son comunes á unos y otra.—Especiaci6n de los tres estados en que los cuerpos se presentan. . . . .	3
LEC. III. Estension.—Consideraciones acerca del modo de medirla, y explicaci6n del nonius ó vernier.—Impenetrabilidad.—Medios experimentales para hacer constar esta propiedad en los tres estados de los cuerpos, ya sea respecto de los de estado semejante, ya con los de estado diferente. . . . .	5
LEC. IV. Porosidad.—Razones para admitirla en todos los cuerpos, y experimentos que la confirman.—Divisibilidad.—Diferencia que presenta esta propiedad considerada matemática ó físicamente.—Razones y hechos que prueban que la divisibilidad física no es ni puede ser indefinida. . . . .	8
LEC. V. Compresibilidad.—Medios de asegurarnos de que esta propiedad reside en todos los cuerpos, y determinaci6n de la ley que se manifiesta en los gases.—Elasticidad.—Experimentos que prueban que esta propiedad es general en los cuerpos, y clasificaci6n de los mismos con respecto á esta propiedad. . . . .	10
LEC. VI. Inercia.—Especiaci6n de sus leyes, é influencia de esta propiedad para modificar siempre la acci6n de las fuerzas.—Movilidad.—Especiaci6n de esta propiedad.—Gravedad considerada solo como una causa de movimiento.—Cohesion.—Dureza.—Maleabilidad.—Ductilidad. . . . .	13
<b>Mecánica de sólidos.</b>	
LEC. VII. Especiaci6n de lo que entendemos por fuerza, de lo que se da el nombre de resultante y de componentes.—Diferentes casos que ocurren en el problema general de la composici6n de fuerzas. . . . .	17
LEC. VIII. Determinaci6n de la resultante en las fuerzas concurrentes cuando se hallan situadas en un mismo plano. . . . .	18
LEC. IX. Determinaci6n de la resultante de las fuerzas paralelas cuando van en un mismo sentido. . . . .	20