

sus bases y sus ácidos de modo que se transformasen exactamente en otras distintas: lo cual tuvo por propiedad particular de las sales cuando en realidad constituía la gran ley de la química. Fijóse en esto la atención cuando se consolidó el sistema de Lavoisier; pero Berthollet sostenía que podían combinarse dos cuerpos en una proporción cualquiera entre dos límites extremos, y Proust declaraba que no podía hacerse esta combinación sino en la proporción de 1, 2, 3, 4, ó 5 á lo mas, sin intermedio. Á esta ley de las proporciones definidas dió amplia generalidad el Inglés Dalton con su ingeniosa teoría atómica, adoptada por Gay Lussac. Viendo que un litro de oxígeno podía convertir en agua dos litros de hidrógeno, dedujo por consecuencia que siempre que se combinan dos cuerpos gaseosos, entra en la combinación ó igual volumen de gas, ó un volumen del uno por dos del otro, ó dos volúmenes por cuatro, y así sucesivamente; y como todo líquido puede ser convertido en vapor, quedó sentado que los equivalentes de los diversos cuerpos representaban volúmenes iguales ó exactamente múltiples los unos de los otros, lo cual dió á conocer otra maravilla de la disposición del mundo en número y medida. Solo el cloro parecía separarse de esta ley general; pero en diciembre de 1815 se halló que su razón era de 1 : 36.

Los equivalentes.

Si se combinan los cuerpos todos en proporciones invariables y en las reacciones químicas un equivalente reemplaza siempre exactamente á otro, se sigue de aquí la facilidad de descubrir otros números por medio de sencillos cálculos, ya que nos son conocidos algunos. Por tanto, importa mucho determinar estos con precisión: con esta idea Dumas se ha dedicado á averiguar el equivalente exacto del hidrógeno, y cosa mas difícil, el del carbono, sacrificando para ello muchos diamantes; y otros han seguido este camino aplicando el análisis á todos los cuerpos y viniendo á descubrir sus constituyentes finales y las distinciones capitales entre la materia orgánica y la inorgánica.

Dulong y Petit, buscando la medida del calor específico en los diversos cuerpos simples, ó sea la proporción del calórico diferente á peso igual, que se requiere para que se eleve un grado la temperatura, reconocieron que está en razón inversa del peso que representa á los equivalentes: es decir, que un cuerpo, cuyo equivalente pesa doble que el de otro, tiene la mitad ménos de calor específico. Faraday por su parte creyó fija é invariable la cantidad de fuerza eléctrica necesaria para descomponer cuerpos tomados en cantidades correspondientes á sus equivalentes.

Dimorfismo.

Uno de los resultados químicos mas admirables entre los últimamente observados es el dimorfismo. Teniase por axioma que dos cuerpos de idéntica composición en circunstancias semejantes se hallaban dotados de las mismas propiedades; sin embargo, no sucede así: si se echa en el crisol una cantidad determinada

de óxido de cromo, que es verde oscuro, luego con el calor brillará con una viva luz; despues desapareciendo la incandescencia no le quedará mas que el calor que toma del fuego que lo rodea, y por último, enfriándose volverá á presentar el hermoso color verde, no siendo ya soluble en el ácido. Cambió, pues, de propiedades físicas y químicas, y sin embargo, ni la balanza ni el análisis señalan en él la mas pequeña alteración, y si se lo sumerge en ácido sulfúrico caldeado, recobra su estado primitivo. Así el vidrio ordinario, tenido por largo tiempo en fusión tranquila, se vuelve opaco, infusible y duro, hasta el punto de sacar chispas del eslabon, sin que á pesar de esto el análisis manifieste en él ningun cambio. Multiplicando las operaciones analíticas se encuentra que ciertos cuerpos de composición igual pueden diferir entre sí en dureza, peso específico y acción sobre la luz. En algunos se cambian solo las propiedades físicas, y son los que se llaman *dimorfos*; en otros también las químicas, y estos se denominan *isómeros*: es decir, en los primeros las moléculas compuestas permanecen las mismas agrupándose de un modo diferente, y en los segundos los átomos se disponen de diverso modo en la molécula compuesta. Entre los cuerpos dimorfos, el carbono en el estado de diamante tiene propiedades muy diversas de las del carbon: el azufre cristalizado por la naturaleza ó en el sulfuro de carbon se presenta en forma de octaedros de bases romboidales; dejado enfriar lentamente despues de fundido, ofrece prismas oblicuos: si despues de caldeado hasta ciento cincuenta grados se le sumerge en agua fria, queda blando, pardo, elástico y trasparente por espacio de muchos dias; todo lo cual indica que es polimorfo. De aquí parece que puede deducirse que los cuerpos dimorfos tienen la propiedad de combinarse permanentemente con los imponderables; pero ¿no podría suceder lo mismo respecto de los demas cuerpos? ¿no podría nacer de esta afinidad la diferencia de algunos, como la del platino de los metales que siempre lo acompañan? Del mismo modo el urano que presenta todas las reacciones acostumbradas de los cuerpos simples, fué en breve reconocido como un óxido.

Tarea larga sería la de seguir los pasos de los Franceses Vauquelin, Thenard, Ampere, de los Ingleses Dalton y Wollaston, de los Alemanes Wenzel, Richter, Vöhler, Kirchoff, Mitscherlich, cuyos sublimes descubrimientos acerca de las sustancias isomórficas destruyeron la teoría de las formas primitivas sentada por Haüy (1) y Berthelot: y Bunsen que indaga la fotosfera del sol (*análisis espectral*, 1863).

Ante semejantes hechos surgen dudas supre-

(1) Berzelio, uno de los hombres mas insignes de ciencia de Estado (1779-1848), daba á la Academia de Ciencias de Estocolmo un informe anual sobre los adelantamientos de la química. — Véanse también E. Kopp, y M. Hofer, *Historia de la Química*.

mas. La naturaleza se sirve de cuatro fuerzas distintas y de unos sesenta cuerpos simples para crear y modificar la materia, cuando para regular el movimiento de los átomos y de los mundos le basta la sola fuerza de gravedad. ¿Es posible que haya abandonado aquí aquella economía que constituye una de sus maravillas? El docto encuentra dificultad en creerlo; así es que acepta los resultados presentes como expresión de hechos hasta ahora desconocidos, no como la última verdad. Los químicos tienden á encontrar en la materia ponderable aquella unidad que los físicos han reconocido en la imponderable (1), y desde que el estudio del amoniaco dió un radical nuevo, se han dedicado muchos á descomponer los cuerpos llamados simples, siendo tales los resultados obtenidos por los curiosos que aun la verdadera ciencia ha debido tenerlos en cuenta.

No obstante la admiración que causaba la sencillez de las relaciones entre el peso respectivo de los componentes en la naturaleza mineral, no se creía que existiese ninguna relación sencilla entre los elementos de las combinaciones orgánicas; pero Chevreul la demostró en su insigne obra sobre los cuerpos grasos de origen animal, asimilándolos á sales, pues que la base y el ácido son compuestos ternarios que obran del mismo modo que los de la naturaleza inorgánica. Davy probó la influencia de la electricidad en la vegetación, y otros demostraron la de la luz (2). Los vegetales, descomponiendo el ácido carbónico y el agua, fijan el carbono y el hidrógeno, despiden el oxígeno exhalándolo en la atmósfera, y bien reduciendo el óxido de amoniaco, ó bien tomando directamente el azoe del aire, se asimilan este elemento. El azoe y el carbono de que viven las plantas proceden de la atmósfera; de donde se sigue que la feracidad de un terreno depende de elementos orgánicos ó metálicos adecuados á la procreación de unas plantas mas bien que otras. Estudiando, pues, las cenizas de una, puede conocerse qué elementos metálicos debe poseer un terreno para que aquella prospere, qué rotación de cosecha debe establecerse y con qué abonos se la puede ayudar. Justo Liebig, profesor en Giessen, aplicó especialmente la química orgánica á la agricultura y á la fisiología, y cree que los abonos aprovechan, y el líquido mucho mas que el sólido, porque dan mayor cantidad de amoniaco que el aire. Bous-singault, el primero que demostró que las plantas descomponen el agua para fijar el hidrógeno que contiene, enriqueció con importantes observaciones la química aplicada á la agricultura, y Payen y otros estudiaron el almidon, el tejido esponjoso de los huesos y los efectos de las materias azoadas en los tejidos vegetales.

(1) Experimentos de Proust y de Bontigny.

(2) Hoy día la química aspira también á la síntesis de las sustancias orgánicas. Ha compuesto ciertos cuerpos, como el azúcar y el alcohol. El análisis espectral dió nuevos cuerpos simples.

Dumas, Boussingault y Payen se dedicaron principalmente á observar las misteriosas operaciones que se verifican bajo la influencia de la vida, y sentaron por principio que las materias ternarias acumuladas en el tegido animal, como la grasa y las sustancias azoadas neutras que constituyen la trama del organismo animal, son elaboradas por los vegetales; de donde se sigue que el reino vegetal es un inmenso aparato de reducción, que el reino animal lo es á su vez de combustión, y que las plantas y los animales son en cierto modo aire condensado.

Así se camina hácia una portentosa simplificación, mayor en los cuerpos orgánicos, que aunque dotados de principios especiales, constan de poquísimos elementos, como son el carbono, el oxígeno, el hidrógeno y el azoe, los cuales combinados con una docena, cuando mas, de elementos secundarios, presentan inmensa variedad.

¿Pero de dónde toma la naturaleza esta profusión de oxígeno, hidrógeno, carbono y azoe? ¿Llegará á agotarse? ¿cómo repara sus pérdidas? Y cuándo el animal y el vegetal vuelven al estado de materia informe, ¿qué es de todos estos productos de la vida? A resolver tales problemas se dedicó Dumas, y estableció por teoría (1) que los vegetales producen los principios inmediatos, los animales se sirven de ellos y los descomponen, y la atmósfera es el conservatorio de donde la naturaleza toma todos sus tesoros.

La atmósfera se compone de veintitres partes de oxígeno por setenta y siete de azoe en peso, no contando el vapor de agua, el poco ácido carbónico y la corta cantidad de hidrógeno carbonado que contiene, y dejando aparte también algun producto amoniaco y un tanto de ácido azótico, soluble en el agua, que accidentalmente llevados por la lluvia, fecundizan la tierra. Las plantas por el día exhalan de sus hojas agua y oxígeno, y por la noche agua y ácido carbónico, además de fijar el hidrógeno, el oxígeno, el carbono, el azoe y algo de ceniza, con lo cual aumenta su peso. La tierra, pues, les sirve tan solo de punto de apoyo, y sacan toda su nutrición de los elementos atmosféricos, hasta tal punto que algunos arbustos crecen y echan flores aun en vidrio pulverizado. Las hojas descomponen por el frío uno de los cuerpos mas estables, como es el ácido carbónico, desembarazándolo del oxígeno y reteniendo el carbono cuando la luz las ayuda á ello. Además, los vegetales sacan el azoe en parte del aire y en parte de las sustancias orgánicas en descomposición. Aquí vuelve la química á tocar uno de los puntos mas importantes en economía, á saber, el relativo á los abonos, dando á conocer los pastos que exigen ménos azoe, cuáles son los que mas alimentan á los ganados, y cuáles los elementos que dan

(1) *Ensayo sobre la estática química de los seres organizados*.

á la tierra el azoe suficiente para nutrir las plantas que mas lo requieren (1), y que no teniendo bastante con el del aire, lo necesitan combinado con otros cuerpos, en estado de amoniaco, de óxido de amonio, de ácido de azótico ó de azotato.

Los animales se asimilan mediante la digestion las materias primeras elaboradas por los vegetales, y despiden incesantemente acido carbónico y agua, de suerte que se les puede considerar en cierto modo como hornillos de carbono y de hidrógeno. De aquí el calor animal, y al cabo de un dia un hombre pone en combustion por término medio doscientas ochenta y ocho gramas de carbono ó del equivalente en hidrógeno. De esta manera, dice Dumas, todo o que el aire da á las plantas estas lo trasmiten á los animales, los cuales lo restituyen al aire: círculo eterno en que la vida se agita y manifiesta, pero en que la materia no hace mas que cambiar de puesto.

Si la operacion viciante de los animales y la purificante de los vegetales perdiesen su equilibrio, se turbaria la armonía de la vida; pero este peligro es tan remoto que excede á todos os cálculos de longevidad (2).

Con estos estudios vino á regenerarse el de la naturaleza, que dejó de ser secundario de las demas ciencias.

Despues de Linneo y Jussieu que presentaron una sistemática distribucion de las plantas, Lavoisier, Sennebiar, Teodoro de Saussure y Crell hicieron progresar la fisiología vegetal; Duhamel é Ingenhous determinaron las vias de la nutricion y del crecimiento. Desfontaines hizo el fecundísimo descubrimiento de los nuevos estratos que se forman entre la madera primitiva y la corteza, mientras Dupetit-Thouars sostenia

(1) Experimentos de Taër y Boussingault.

(2) Tambien es cálculo de Dumas. La atmósfera tiene cerca de veinte leguas de altura y pesa cinco trillones, doscientos veintinueve billones de kilogramos: ó bien, para reducir este cálculo á imágenes sensibles diremos, que dado un cubo de cobre de un kilómetro por un lado, quinientos ochenta y un mil de ellos representarían el peso de la atmósfera; ciento treinta y cuatro mil su cantidad de oxígeno, y ciento diez y seis su ácido carbónico. Un hombre consume en una hora como unas cuarenta gramas de oxígeno ó sean trescientos cincuenta kilogramos al año y treinta y cinco mil por siglo: ahora bien, suponiendo que la poblacion animal del globo represente el consumo de cuatro mil millones de hombres, en un solo siglo habrán consumido ciento veinte billones de kilogramos de oxígeno, ó lo que es lo mismo, quince de los antedichos cubos, es decir, una cantidad que sería mínima aun cuando no fuese restaurada.

En cuanto al ácido carbónico, un hombre quema cada dia doce gramas de carbono y produce cuarenta y cuatro de aquel ácido, es decir, cerca de un kilogramo al dia ó sean trescientos sesenta y cinco al año. Por tanto los cuatro mil millones de hombres producirán en un año un billon cuatrocientos sesenta mil millones de kilogramos de ácido carbónico, ó lo que es lo mismo $\frac{1}{1330}$ del que contiene la atmósfera. Se necesitarían, pues, 1,500 años para duplicar la proporcion actual del ácido carbónico del aire, aun cuando el reino vegetal cesase en sus funciones, aun cuando los volcanes dejarán de lanzar torrentes de aquel ácido, y aunque cesaran los rayos, bajo cuya influencia el azoe y el oxígeno del aire se combinan y forman el ácido azótico, el azotato de amoniaco, etc. Estos reproducirían la vegetacion, como la reproducirían tambien los cadáveres de los animales muertos por la falta de vegetales. Tal es el cálculo de Dumas.

que el aumento se verificaba en sentido vertical, siendo su gérmen el boton, verdadero individuo que extiende sus propias raices hasta las de la planta. Cavanilles, botánico español, quiso observar cómo nacia la yerba, á la manera que los astrónomos ven nacer las estrellas dirigiendo el hilo microsmétrico horizontal de un fortísimo telescopio, ya sobre la punta de un boton de mambú, ya sobre el pedúnculo de una azabe americana, tan rápida en su desarrollo. Otros despues estudiaron la organizacion de los vegetales, y Schulze pretendió demostrar que eran análogos el impulso circulatorio de los líquidos en las plantas, y el sistema nervioso central de los animales superiores. Los nombres de Schow, Braun, Morren y Moris se han immortalizado con importantes monografías, con la biografía vegetal y con pacientes é ingeniosas observaciones. Edlicher y Römer hacen subir á ciento cincuenta mil las plantas existentes en el globo, de las cuales noventa y cinco mil han sido ya descritas.

Estaba reservado á un poeta el señalar las leyes íntimas de la organizacion de los seres. Góthe aseguró que la hoja es el único órgano fundamental, y que el cáliz, la corola, los estambres, el pistilo, no son sino modificaciones suyas. En el momento de la germinacion la mayor parte de los vegetales presentan dos cotiledones que destinados á nutrir la planta, presto desaparecen; pero los órganos que despues se desarrollan con tanta variedad no son sino esos mismos cotiledones transformados. Primero se desplagan en hojas dispuestas á lo largo del tallo, y á manera de pulmones aspiran el aire que modifica los jugos distribuidos en su interior; pero en breve la generacion de las hojas se suspende, disminuye su volumen, se contraen y se presentan como folículos pequeños llamados sépalos. Estos, ya aislados, ya en círculo, se modifican formando el cáliz; despues vienen los pétalos de la corola, algunos de los cuales se convierten en estambres; hasta el pistilo es una nueva metamórfosis de la hoja; este, engrosado despues, constituye el fruto, y en fin, en la semilla el embrión se rodea estrechamente de cubiertas y envolturas que para Góthe son tambien hojas modificadas. Ademas de esta metamórfosis progresiva, el poeta alemán distingue otra retrógrada que en realidad no es sino la carencia de metamórfosis.

Ninguno se cuidaba de esta explicacion hasta que Agustin de Candolle, de Ginebra, demostró científicamente los hechos que tan bien habia interpretado Góthe, y sin conocer la obra de este, la completó descubriendo la ley de la simetria. De Candolle prefirió al sistema artificial de Linneo el natural y mas lógico de Jussieu, fundado en la semejanza, no ya de una parte sola del organismo, sino de los caracteres esenciales, y demostró que las propiedades medicinales de una planta, eran comunes á todas las de su misma familia (1). La naturaleza ha creado todos

(1) En la reimpression de la *Flora francesa* de Lamark, agregó

los seres segun un plan simétrico, aunque raras veces lo conserva; porque en las flores se observa inmensa variedad, debida á causas que no conocemos, y en la misma familia se suelen encontrar vegetales que no son simétricos; pero esta desviacion del plan está sujeta á causas generales, desde las cuales es fácil remontarse al tipo primitivo, calculando los accidentes ordinarios de abortos, degeneracion, adherencias, etc.

Estas leyes fueron despues aplicadas por Nees de Esenbeck, Röper, Martins, Augusto de Saint-Hilaire y Gandichaud á la botánica, y por Oken, Carus, Kathke, Godofredo Saint-Hilaire y Sérres á la zoología.

Mientras no se tomaron por fundamento las formas cristianas, el mineralogo no supo distinguir á punto fijo un mineral de otro. Vino despues la mecánica con el goniómetro reflector de Wolaston, por cuyo medio se deduce la forma de un cristal en vista de uno solo de sus fragmentos; vino tambien la óptica enseñando la reflexion de la luz al traves de las formas cristalinas, y vino la análisis química, introduciendo clasificaciones mas rigurosas que las de la cristalografía.

El estudio de los minerales no se limitó, pues, á propiedades parciales, sino que dió origen á una ciencia nueva, ó si se quiere ciencia futura, á saber, la geología. Lehman y Rouelle habian distinguido primero los terrenos en primitivos, esto es, rocas abundantes en metales, y secundarios, depósitos de agua y de restos orgánicos. Pero en breve se mejoró esta clasificacion, y Deluc, Saussure, Verner, Dolomieu, prepararon con observaciones generales y particulares los progresos que en este siglo se han obtenido. Bocchi de Bassano (1772-1826) examinó el estado físico del suelo de Roma, y valiéndose de su erudicion describió algunos sitios de Italia, especialmente las colinas subapeninas, abundantes en conchas, con lo cual preparó un dato cierto á los geólogos posteriores para deducir la identidad de la formacion de los terrenos terciarios, no de la naturaleza de las capas, sino de la semejanza de los cuerpos orgánicos que contienen. Nicolas Covelli, de la Tierra de Labor (1790-1828), hizo importantes descubrimientos sobre la naturaleza de las producciones volcánicas. La doctrina de Werner y de los neptunistas fué combatida por Arduino y Marzari, el cual, examinando el Tirol, probó que los granitos eran de origen volcánico y de aparicion posterior á las rocas calcáreas secundarias y aun á la greda, mostrando la transicion gradual de aquellos, primero á la sienita y luego al pórfido piroxénico; los fenómenos de la aldea de Pedrazzo llegaron á ser un grande objeto de estudio para todos los geólogos, y Humboldt encontró hasta en el Mogol fenómenos análogos.

dos mil especies á las dos mil setecientas observadas, y en una deducion utilísima explicó las recientes conquistas y generalizaciones de la ciencia. En su *Prodromus systematis vegetalis*, trata de la distribucion de los vegetales en el globo.

Saussure, que fundó la ciencia de la higrometría y estableció observatorios en las mayores alturas, atravesó los Alpes catorce veces para reducir la geología á ciencia de observacion. De Buch introdujo en la geología la idea de las formaciones locales y generales, considerando cada accidente local segun sus cualidades anteriores y exteriores, y su relacion con el todo; y Guillermo Humboldt llamó la atencion hácia una ley de direccion uniforme en toda la estructura de la tierra, indicando la polaridad de las diferentes rocas (1).

Pero el gran paso de esta ciencia consistió en la teoría de los ascencimientos, presentada ya por otros (2), expuesta luego por De Buch, y despues reducida á fórmula por Beaumont, teoría á la cual tan perfectamente parece que se acomodan los hechos. El orden en que están superpuestos los estratos de sedimento, las capas transformadas, y los conglomerados, la naturaleza de los terrenos atravesados por rocas salientes ó inmediatas á ellas, los restos orgánicos en que abundan, revelan la edad de esas formaciones sucesivas. La aplicacion de las pruebas botánicas y zoológicas dió á la geognosia una profundidad y una variedad originales, y la teoría del fuego central señaló la causa de estos ascencimientos.

¿Pero son verdades ó sueños? Hoy se impugna la teoría del calor central, y se explica de diversos modos la formacion de la corteza del globo, y en la geología se acumulan hipótesis cuya naturaleza varia segun la clase de ciencia que predomina en ellas. Así como en el siglo anterior se aplicaron las leyes de la física para trazar la historia primitiva del globo y su futura transformacion, del mismo modo ahora se aplican las de la química, si bien con mayor respeto hácia la causa primera. Hubo tregua, se dice, en la lucha entre el fuego y el agua, repartiéndose el globo, teatro de sus batallas; pero un mar sin límites cubria la tierra, en el cual sobresalian unas cuantas islas que recibian calor, no del sol, cubierto de nieblas, sino del fuego interno. Bajo aquella atmósfera hirviente, desprovista de oxígeno y sobrecargada de vapor acuoso y de ácido carbónico, rasgada á cada instante por el rayo, ningun animal podia vivir, á no ser los peces, los pólipos y los moluscos en el mar. Pero la vegetacion despliega una actividad inmensa, y las islas enjutas se cubren de arbustos vasculares de organizacion sencilla y pronto incremento: colosales equisetos, helechos arbóreos y algunas palmeras, poco diferentes en especie, pero cuyos individuos se multiplican, crecen y mueren con indecible rapidez. Su vida descomponen incalcul-

(1) Añádanse los trabajos de Patrin, Greenough, Granville Penn, Conybeare, Philipo, Buckland, Murchison, Forbes, Fleming, Mac-Culloch, Fairholme, Breislak, Dambuisson, La Beche, Clavier, Lyell, Brochant, Boudant, Pilla, Belli, Sismonda, Pasini, Pareto, Collegno.

(2) Véase el tomo I, págs. 51 y 87: ahora es combatida en las particularidades.

lable cantidad de ácido carbónico y de agua, al paso que fija el hidrógeno y el carbono, con lo cual el aire se purifica adquiriendo oxígeno, y llega a ser posible la aparición de los animales terrestres. Sobreviene entonces una revolución en la faz de la tierra, y los inmensos lechos de aquellos vegetales son sepultados y convertidos en carbon fósil por la presión de los estratos sobrepuestos y por el calor del globo (1). Suceden otras edades geológicas, otros días de la creación, en los cuales las islas se extienden, se puebla la faz del globo, primero de reptiles gigantes que viven en una atmósfera todavía impura, la cual se va sanificando con la precipitación de los sedimentos de rocas calcáreas, y con la incesante acción de los vegetales; hasta que luego vienen los mamíferos, las aves, los insectos a cada nueva revolución acercándose mas y mas a las formas actuales, y últimamente aparece el hombre, señor de todo lo creado.

Pero el hombre, pero los demas animales, ¿cuándo y cómo nacieron? ¿aparecieron todas las especies a la vez, ó hubo un germen único que se fué desarrollando poco a poco en especies infinitas?

Zoología.

Tales son las cuestiones que se propone resolver la zoología. En esta ciencia había adquirido gran renombre el Modenes Spallanzani estudiando la generación y respiración de los insectos y la reproducción de sus diversos miembros, y demostrando que hasta los animales infusorios provenían de un germen. Linneo, Fabricio, segundo fundador de la entomología, Federico Müller, el Siciliano Poli, habían dado impulso a la zoología sistemática; Daubenton, Vicq d'Azyr, Camper, anatómico de genio, Lyonnet, Trembley, habían estudiado la organización de los animales; Bonnet, Reaumur, Buffon sus costumbres, y Buffon, Linneo y Bonnen habían formado una zoología general. Las ideas de Vicq d'Azyr, no menos hermosas que bien expresadas, se elevaron a veces hasta la anatomía filosófica. Pallas esparció gran luz sobre todos estos conocimientos con sus muchos viajes y sus apreciables tareas sobre la clasificación de los infusorios y de los zoófitos; la anatomía de las vértebras y la zoología fósil. Cuadruplicóse el número de las especies conocidas despues de la clasificación de Linneo; la Australia nos suministró otras singularísimas y hasta clases nuevas como la de los marsupiales, y las sorprendentes descripciones dadas principalmente por los Ingleses (Gould, Owen, Waterhouse, Jardín, Lowe, Smith, Darwin) y

(1) Se ha calculado que la sola Pensilvania contiene seiscientos billones de kilogramos de carbon fósil. Suponiendo que el resto del mundo no contenga mas que mil veces otro tanto, resultarán seiscientos mil billones, y no calculando mas que en dos tercios la cantidad de carbono que entra en la composición de aquel, tendríamos cuatrocientos mil billones de kilogramos. Para trasformarlo en ácido carbónico, necesitaríamos un trillon de kilogramos de oxígeno y el gas producido pesaria un trillon cuatrocientos mil billones de kilogramos. No es, pues, excesiva la importancia que se atribuye a los vegetales en los primeros días de la creación.

los museos cada vez mas enriquecidos y mejor ordenados, aumentaron de tal manera el tesoro de esta ciencia, que se creyó conveniente establecer en la clasificación nuevos géneros e introducir grupos intermedios. De aquí se originó la necesidad de estudiar la estructura interior de los animales, y por consiguiente de valerse de la anatomía comparada como único medio de conocer la verdadera naturaleza de los moluscos y de los restos de especies ya perdidas. Así, esta ciencia, descriptiva desde principios del siglo, tomó entonces el carácter de anatómica, y haciéndose en estos pocos años mas de lo que en todos los anteriores se había hecho, llegaron a fundarse la zoología fósil y la filosofía zoológica. Tomada ya una dirección fisiológica, se estudió el desarrollo sucesivo de los animales y la serie de modificaciones por las cuales el organismo se simplifica en los seres inferiores, tanto que no se examinan los cadáveres, sino los individuos vivos de la escala inferior y la embriología de los moluscos y de los anélidos. Lacépède juzgó con severidad las obras escritas acerca de los cetáceos, de los reptiles y de los peces; Everardo Home extendió las investigaciones sobre la anatomía comparada; Meckel lo superó como zoólogo y fundó la teratología; Rudolphi, además de la anatomía comparada, escribió una obra inmortal sobre los entozoarios; el ciego Huber de Ginebra se puso entre los primeros observadores; a Latreille, príncipe de los entomólogos, se debe la parte que concierne a los insectos del reino animal de Cuvier, y asombra leer las investigaciones de Ehrenberg sobre los infusorios, de los cuales cree compuestas hasta las masas metálicas y las capas de greda tripóli. El ciego Huber, de Ginebra, y Mangili, de Bergamo, figuraron entre los mas diligentes investigadores de la naturaleza; Tronchina, Passeri, Gannal y Orfila pusieron mas fácil el arte de embalsamar (1).

Jorge Cuvier, de Montbelliard (1762-1834), hombre no de gran genio, pero sí de muchos conocimientos enciclopédicos, y atento observador en punto a anatomía comparada y a zoología fósil ó paleontología, fundó una nueva clasificación. Respecto de la primera de estas ciencias, sentó por base el gran principio de la subordinación de los órganos, y fué simplificándolo hasta llegar a su cuadro (1816), fundado en la gradación del sistema sanguíneo, y aunque varió alguna vez de sistema, siempre se atuvo a hechos positivos mas que a principios, despreciando las hipótesis. Lo que había adivinado Buffon, él lo demostró; Buffon tuvo la

(1) Gran ruido de prosa y versos hubo sobre Segato de Belluna, cuando anunció que podía convertir los animales a la naturaleza de piedra y de tejido. No hallando suscritores para treinta mil francos que necesitaba para publicar su descubrimiento, vivía en Florencia haciendo el oficio de caleógrafo, y explicando los viajes que había hecho en África, y luego murió (1836) sin dar a conocer su descubrimiento. Ahora parece que ha habido otros que habían hallado este medio de conservación.

potencia de la vista, y Cuvier echó mano de la eficacia de los hechos. Separó la anatomía comparada de la fisiología, aumentando su exactitud y su irregularidad, y no solo encontrando hechos nuevos, sino revisando los antiguos. También tomó por bases de la zoología filosófica la estructura anatómica y las funciones fisiológicas, deduciendo de las formas generales de la organización las grandes divisiones y de las menos constantes los órdenes secundarios. Considera a todo ser viviente como creado para un fin y provisto de órganos a propósito para cumplirlo; de donde se deduce que cada animal forma un sistema completo cuyas partes todas se hallan relacionadas entre sí hasta el punto de no poderse modificar una sin que se resientan las demas, y por consiguiente, que una modificación basta para indicirlas todas. Con esta ley de la correlación de las partes dió el golpe de gracia al sistema de la continuidad en la escala de los seres, sistema sostenido por algunos, y señaló límites precisos entre las cuatro grandes clases de vertebrados, moluscos, insectos y zoófitos. Con arreglo a estos principios se dedicó a determinar por medio de la observación de los huesos fósiles las razas extinguidas, de modo que una sola parte del animal bastará para deducir cuál era el animal entero, así como el geómetra encuentra los términos medios de una serie regular (1). Comparando la osteología de las especies vivas con la de las extinguidas, determinó y clasificó los restos de muchas que han desaparecido enteramente, y que se diferencian tanto mas de las del día cuanto mas antiguos son los estratos en que se encuentran. Así con fragmentos pudo recomponer ciento sesenta y ocho animales vertebrados que constituyen cincuenta géneros, de los cuales diez y ocho son nuevos; y despues Mantell, Buckland, Hibbert, Agassiz, Brogniart, han extendido aquel número hasta el punto de hacer creer que no es menor el número de las especies extinguidas que el de las vivas.

Muchos estudiaron por este método los vegetales fósiles: Brogniart publicó la historia general de las plantas; Sterneberg la flora del mundo primitivo; Lindley Hulton la flora fósil de Inglaterra, y Cotta la descripción de los helechos de Chemnitz en Sajonia.

¿Pero proceden las diferencias de la diversidad de clima y de suelo? ¿se derivan de la especie extinguida las presentes? Cuvier lo niega y presenta en apoyo de su opinión las momias de animales halladas en Egipto, que al cabo de tres ó cuatro mil años son idénticas a las especies actuales: prueba no concluyente, pues que las alteraciones no podrían ser sino consecuencia de grandes cataclismos que no

(1) Godofredo Saint-Hilaire ha demostrado despues, que no son los órganos los verdaderamente análogos, sino los materiales constitutivos; y así unidad de composición y desigualdad de desarrollo son las dos leyes anatómicas.

se han reproducido desde el último día de la creación.

Comparando la organización de los fósiles con la edad de los terrenos en que estaban, abrió Cuvier la edad para entrever ese mismo desarrollo progresivo de las especies que él negó. En cuanto a la pérdida de muchas de ellas, la confirmó con sus observaciones; pero negó la aparición de otras nuevas, ateniéndose a la observación sin aventurarse a admitir hipótesis: creyó que su aparición fué local mas bien que universal; mas para encontrar un país en que habitasen los hombres y las especies actuales cuando los mastodontes y los paleoterios vagaban por nuestra patria, tiene que suponer que el mar lo ha ocupado despues, hipótesis contradictoria por lo geología. Los estudios sucesivos no consintieron que se aceptase esta determinación de los fósiles por un solo fragmento, y promovieron dudas, así respecto del sistema zoológico y paleontológico de Cuvier como respecto de su teoría de la tierra.

Faltaba a Cuvier la facultad de generalizar y de reducir las observaciones particulares a un ordenamiento natural. Lamarck en 1794, pasando de sus tareas sobre la botánica a la enseñanza de la zoología, escribió el *Sistema de los invertebrados* y la *Filosofía zoológica* como 1315-22. presentando clasificados metódicamente los grupos inferiores del reino animal, y en la segunda tratando científicamente la suprema cuestión de la variabilidad de las especies. Su primera obra, como mas accesible a todos, causó admiración, y la otra fué objeto de bafa para algunos, si bien en la clasificación ordenada de los animales parece a muchos muy superior a Cuvier.

Ya Aristóteles había examinado la formación del pollo, y todos los anatómicos habían comparado el embrión y el feto con el adulto. Harvey sostuvo que todo animal provenía de un huevo, y aumentándose el caudal de conocimientos, se trató de averiguar por medio de los nuevamente adquiridos la manera en que se realizaba este fenómeno. Hunter, con sus observaciones sobre la placenta, el útero y el corion, demostró que la ovología humana podía rivalizar en interés con la de las aves; a medida que se fueron haciendo progresos, se comprendió que los animales inferiores podían servir para explicar la estructura del hombre, y cuando Gleschen y Ehrenberg hallaron el medio de inyectar los infusorios, coloreando el líquido de que se alimentan, se pudieron estudiar estos insectos. Partiendo de este ínfimo grado se hizo un paralelo entre la perfección progresiva del organismo en los embriones de los animales superiores y las trasformaciones correspondientes en los embriones de los invertebrados: evoluciones pasajeras en el primer caso y fijas en los demas. Generalizando los muchísimos hechos reunidos por los anatómicos anteriores, se fundó la parte filosófica de la anatomía, es de-

Anatomía.