

de la conveniencia de fraccionarse en dos campos con el fin de aumentar su probabilidad de buen éxito.

Estando ya todo listo para comenzar nuestras tareas, tuve el gusto de invitar á todo el personal de la Comision para que concurriese el 30 de Noviembre á la colina de Nogue con el fin de enarbolar por la primera vez nuestra bandera en mi campo. Igual ceremonia tuvo lugar en seguida en el campo del Sr. Jimenez, con la misma concurrencia de todos nosotros y con la misma santa y entusiasta alegría.

Al ver izarse en lo alto de su mástil los bellos colores del pabellon nacional, el ¡ viva! que se arrancó espontáneo de nuestros pechos, grito del amor pátrio, del mas sublime de todos los amores, tuvo algo de indefiniblemente arrebatador que cualquiera corazon noble es capaz de sentir, pero que el lenguaje humano es impotente para expresar.

Bajo un cielo de trasparente azul, las brisas del Fusi-yama eterno hacian ondular el verde, el blanco y el rojo de nuestra enseña, y acariciaban su águila republicana. Eran aquellas caricias el símbolo de una añeja nacionalidad recibiendo afectuosa la primera visita, pacífica y fraternal, de otra jóven compañera.

Y el emblema de esta no habia llegado á las playas del Asia con un séquito de guerreros, ni se hallaba rodeado de cañones; sino que se presentaba solo en los brazos de cinco de sus hijos, los cuales para defenderlo no hubieran podido hacer otra cosa mas que morir á su sombra. Pero tampoco necesitaba de la fuerza material para hacerse respetar; abrigaba en sus pliegues á la ciencia, á la fraternidad universal, á la única base posible de las futuras creencias que han de ser aceptadas espontánea y sinceramente por todas las razas y todos los pueblos de la tierra. Por eso no arrancaba una apariencia de respeto, sino que realmente lo inspiraba; por eso se conquistó la simpatía y la amistad de un pueblo culto, progresista y digno, sin que para obtenerlas hubiera sido preciso derramar su sangre y redactar sus concesiones entre el humo del combate y sobre un monton de cadáveres humanos.

¡Tú, gigante de la naturaleza, inmortal Fusi-yama, reproduce en el espejo de tus serenas nieves el cuadro conmovedor que tienes á la vista! Refléjalo sobre el blanco manto de tus hermanos de América, los eternos Citlaltepétl, Popocatepétl é Ixtacihuatl, á fin de que á su vez lo presenten á los ojos de todos nuestros compatriotas. Son hijos de la misma

madre, y lo mismo que nosotros, veneran al querido emblema de su nacionalidad. Si á veces llegan hasta nuestros oidos los ecos dolorosos de sus gritos de oposicion y de discordia, que vienen á lastimar, en esta apartada region, la profunda fé con que procuramos trabajar en honra de la patria, es porque no pueden contemplar la modesta gloria con que nuestra bandera se halla rodeada del respeto y del cariño de un pueblo entero, y en todas las lenguas saludada con afecto por la prensa. Que vean este cuadro, que escuchen este aplauso, y entonces apartarán la mirada de las pequeñas é inevitables imperfecciones que les disgustan en su anhelo por una perfeccion imposible, para fijarla en conjuntos mas merecedores de su contemplacion y mas dignos de su patriotismo.

XI

Exposicion popular del objeto y utilidad que tienen las observaciones de los tránsitos del planeta Vénus por el disco del sol. Plan de operaciones adoptado por la Comision mexicana.

MAS bien que fatigar la atencion de mis lectores con la narracion detallada de todos los trabajos preparatorios que comenzaron á ejecutarse en las dos estaciones mexicanas tan pronto como se instaló en ellas el personal de la Comision, me parece que puede serles mas agradable é instructiva una breve exposicion del uso á que, desde hace poco mas de un siglo, se han aplicado las observaciones de los tránsitos de Vénus. Tal exposicion no solo servirá para explicar y justificar el grande empeño que todo el mundo científico ha tomado en lograr la observacion de aquellos interesantes fenómenos, sino que al mismo tiempo presenta á los ojos del filósofo uno de los ejemplos mas notables que puede ofrecer la ciencia respecto de los procedimientos indirectos de investigacion á que recurre desde el momento en que llega á un alto grado de perfeccion.

La astronomía es la única de las ciencias que ha conseguido ya el objeto final de todas ellas, el de la exacta prediccion de los fenómenos que le son relativos. Es tambien la mas antigua, y en su historia se ven por consiguiente perfectamente marcados los diversos géneros de esfuerzos que ha hecho la inteligencia humana para elevarse, desde el conocimiento de los fenómenos mas simples que ofrece el cielo á su contemplacion, hasta la adquisicion de todas las leyes á que están y estarán sujetos los movimientos de los cuerpos celestes, y que le permiten vaticinar, con cuanta anticipacion quiera, las posiciones relativas que estos han de ocupar en determinado instante futuro.

En efecto, durante el estado rudimentario de la ciencia, los medios de investigacion consistieron únicamente en la representacion material de los mas simples fenómenos astronómicos, inventándose máquinas como la esfera armilar ú otros aparatos análogos, destinados á imitar de una manera mas ó menos imperfecta las apariencias del cielo y á resolver los problemas mas elementales y accesibles con los primeros conocimientos adquiridos. Entonces las medidas tambien materiales, y siempre directas, debieron ser los únicos procedimientos aplicables á la determinacion de los elementos, ya fuesen angulares ya lineales, cuyo conocimiento necesitaban los astrónomos.

La ruda aproximacion obtenida de esta manera dejó en breve de ser suficiente para las crecientes necesidades del saber, y de todo punto ineficaces semejantes métodos para suministrar los valores de ciertos elementos cuya pequeñez ó cuya considerable magnitud no se prestaba á una representacion material por aquellos medios mecánicos. En esta segunda faz de la ciencia y aprovechando los conocimientos ya adquiridos en la geometría, recurrieron los astrónomos al uso de figuras ó construcciones gráficas, en las cuales mediante determinadas convenciones geométricas, representaban en un solo plano las proyecciones de la esfera celeste, las posiciones relativas de los astros, y de una manera menos imperfecta y mas indirecta que por medio de las máquinas, pudieron intentar la resoluciu de algunos problemas que eran del todo inaccesibles con los métodos primitivos de investigacion. A esta época puede decirse que pertenece la primera tentativa verdaderamente científica para determinar la distancia del sol á la tierra segun el procedimiento trazado por Aristarco, y que consiste en medir el ángulo formado por el sol y la

luna en el instante preciso en que este satélite se halla en su cuarto creciente ó en su cuarto menguante. El conocimiento de este ángulo permite, en efecto, construir el triángulo rectángulo cuyos vértices son el sol, la luna y la tierra, y hallar en consecuencia la distancia que se desea, ó bien su relacion con la de la tierra á la luna. Si este método no proporcionó en la práctica la exactitud que corresponde á su rigor teórico, fué á causa de la imperfeccion de los instrumentos angulares, de la dificultad de medir el ángulo en el mismo instante de la cuadratura y, sobre todo, de la considerable pequeñez de uno de los lados del triángulo respecto de los otros dos, desigualdad que multiplica de una manera muy desfavorable los efectos del mas pequeño error de observacion ó de construccion; pero no por eso podrá desconocerse que su autor estableció con él la base de los futuros procedimientos, desde el momento en que prescindiendo de una medida directa, evidentemente imposible, redujo el problema al mas indirecto y practicable de observaciones angulares.

Los defectos inherentes á las construcciones gráficas, aunque mucho menores que los de los medios mecánicos, se hacen sentir tan pronto como se trata de resolver por medio de figuras geométricas cualquiera problema que demande cierto grado de precision; y por eso en la edad madura de la ciencia se prescinde por completo de toda construccion material para no servirse mas que del cálculo, cuya alta perfeccion actual lo convierte en un instrumento de investigacion tan poderoso como es abstracto. Los progresos de la geometría, por otra parte, dando á conocer nuevas relaciones geométricas antes ignoradas, suministran tambien los medios de reducir la resoluciu de casi todos los problemas á la de otros mas y mas indirectos y cuyos datos sean de mas fácil adquisicion. Así por ejemplo, el de la determinacion de la distancia de la tierra al sol, quiere decir, de la unidad de medida para nuestro sistema planetario, vemos que gracias al conocimiento de las leyes de Kepler y á una idea feliz del astrónomo Halley, ha quedado hoy convertido en el muy indirecto de hallar el trayecto que en su movimiento sigue un planeta inferior sobre el limbo aparente del sol, problema que á su vez no exige mas datos tomados de la observacion directa, que los instantes á los cuales parecen tocarse los bordes de ambos astros.

Las máquinas, las figuras, el cálculo, representan, pues, los tres diversos arbitrios á que han ocurrido los astrónomos, y que respectiva-

mente pueden servir para caracterizar la infancia, la adolescencia y la virilidad del espíritu humano en sus estudios del cielo. Crecientes en abstraccion y generalidad, lo son tambien en recursos para eludir las insuperables dificultades que en la mayor parte de los casos se opondrían á toda determinacion directa; y así es que en la última de aquellas edades es en la que mas abundan los procedimientos indirectos ó eminentemente científicos de investigacion.

Con el fin de llenar el programa que me propuse en la redaccion de este capítulo, inserto en seguida una memoria referente á los tránsitos de Vénus que leí en el seno de la Sociedad Humboldt el 11 de Abril de 1874, y en la cual me atrevo á esperar que hallarán mis lectores una explicacion sencilla del modo con que hoy se aplican las observaciones de esos tránsitos á la medida de la distancia comprendida entre el sol y la tierra. La memoria dice así:

«El vivísimo interés que hace mas de medio siglo, pero especialmente de diez ó doce años á esta parte, se ha despertado entre los astrónomos, y en general entre todos los hombres científicos, con motivo del tránsito del planeta Vénus por el disco del sol que se verificará el 8 de Diciembre de este año, me da derecho á esperar que la Sociedad cuya presidencia tengo la honra de desempeñar en la actualidad, escuchará con agrado y con su acostumbrada indulgencia una breve exposicion de las principales circunstancias de aquel fenómeno, y de la importancia de su observacion, considerada por algunos como el mejor de los medios conocidos hasta hoy para asignar las verdaderas dimensiones de nuestro sistema planetario.

«Si preguntáis á un astrónomo de profesion qué utilidad tiene la observacion de los tránsitos de Vénus por el disco del sol, os responderá inmediatamente que la determinacion ó la medida de la *paralaje* solar; pero esta respuesta, si bien del todo exacta, no es sin embargo suficientemente comprensible para la generalidad de las personas que, aunque instruidas en los principios fundamentales de la astronomía, no hayan tenido ocasion de hacer un estudio algo mas detenido de esta ciencia. Como indudablemente entre las personas que me escuchan ó entre las que acaso lean esta memoria, ha de haber algunas que se encuentren en aquellas circunstancias, séame permitido el entrar en algunos detalles dirigidos á explicar lo que se entiende por *paralaje*, y la importancia de

este elemento para la medida de las distancias de nuestro planeta á los demas cuerpos celestes.

«Para determinar sobre la tierra la magnitud de una distancia inaccesible, se recurre á un sencillo procedimiento geométrico que paso á exponer, aplicándolo para mayor claridad á un ejemplo. Supongamos que se tratase de medir la plaza mayor de México, considerando como inaccesible la distancia comprendida entre el asta-bandera del Palacio Nacional y el portal de los Mercaderes. Con el objeto de conseguir su determinacion exacta, mediriamos en la banqueta del portal otra distancia cualquiera, y en los extremos de esta observariamos los ángulos que forma su direccion con las de las visuales que van á terminar al asta-bandera. En seguida con estos elementos, á saber, la línea ó base medida y los ángulos que tienen sus dos extremidades por vértices, nos sería fácil construir un triángulo de una figura exactamente igual al formado por la base y por ambas visuales; y podriamos medir despues la longitud de estas con una escala cualquiera, y obtener así la relacion que guardan con la base. Como, por otra parte, nos es conocida la extension de esta línea, deduciriamos por una simple proporcion la correspondiente á cualquiera de las dos visuales. El mismo procedimiento adoptariamos para hallar el tamaño de la perpendicular bajada del asta-bandera á la base, y que representa la distancia que deseábamos determinar.

«La construccion material del triángulo tal como la he explicado, se sustituye generalmente en la práctica con una operacion de cálculo aplicando las reglas de la trigonometría, y de esa manera se eliminan los errores que son inevitables en toda operacion gráfica; pero tanto en un método como en el otro, el resultado final se obtiene con los mismos datos, que son la distancia medida y los ángulos observados.

«Veamos ahora qué influencia puede ejercer en la exactitud de la resolucion del problema la forma del triángulo que hemos supuesto, ó la longitud relativa de sus lados, admitiendo que puedan cometerse pequeños errores al medir los ángulos en los extremos de la base.

«Construyendo en esos puntos los ángulos erróneos, es claro que las dos visuales, ó sea los otros dos lados del triángulo, en lugar de irse á cortar en el punto en que debería quedar colocada el asta-bandera, se cortarían á mayor distancia si ambos errores angulares fuesen por exceso; á menor distancia si ambos fuesen por defecto; y finalmente á la derecha