

# COSMOS,

—POR ALEJANDRO DE HUMBOLDT. (1)

A la conclusion de mi vida, ofrezco a mis compatriotas una obra cuyas primeras ideas han ocupado mi espíritu desde hace medio siglo. Muchas veces la he abandonado, dudando de la posibilidad de realizar una empresa demasiado temeraria; siempre, e imprudentemente quizás, he vuelto a ella; i he persistido en mi primer designio. Ofrezco el *Cosmos*, que es una *descripcion física del mundo*, con la timidez que me inspira la justa desconfianza de mis fuerzas. He tratado de olvidar que las obras largo tiempo aguardadas son jeneralmente las que el público acoge con ménos induljencia.

Por las vicisitudes de mi vida i una ansia de instruccion dirigida a objetos mui variados, me he encontrado obligado a ocuparme, en apariéncia casi esclusivamente i durante muchos años, de ciencias especiales, de botánica, jeología, química, posiciones astronómicas i de magnetismo terrestre. Estos eran estudios preparatorios para efectuar con utilidad viajes lejanos; sin embargo yo tenia en estos estudios un objeto mas elevado.

Deseaba sorprender el mundo de los fenómenos i de las fuerzas físicas en su conexion i su influencia mútuas. Gozando desde mi primera juventud de los consejos i la benevolencia de hom-

(1) Antes de publicar las consideraciones que sirven de introduccion al *Cosmos* hemos creído deber traducir, para dar alguna idea de la obra a nuestros lectores, el prefacio que el autor ha hecho i donde con grandes lineamentos expone el plan que ha seguido.

bres superiores, temprano me había penetrado de la persuasión íntima que, sin el deseo de adquirir una sólida instrucción en los ramos especiales de las ciencias naturales, toda contemplación de la naturaleza en grande, toda tentativa para comprender las leyes que componen la física del mundo, no serían más que una vana i quimérica empresa.

Los conocimientos especiales, por el encadenamiento mismo de las cosas, se asimilan i fecundan mutuamente. Cuando la botánica descriptiva no se circunscribe a los estrechos límites del estudio de las formas i de su reunión en jéneros i en especies, conduce al observador que recorre, bajo diferentes climas, vastas estensiones continentales, montañas i mesetas, a las nociones fundamentales de la *Jeografía de las plantas*, a la esposición de la distribución de los vegetales según la distancia del Ecuador i la elevación sobre el nivel del mar. I para comprender las causas complicadas de las leyes que rijen esta distribución, es preciso profundizar las variaciones de temperatura del suelo irradiante i del océano aéreo que envuelve al globo. Así es como el naturalista, ávido de instrucción, es conducido de una esfera de fenómenos a otra esfera que limita los efectos de ella. La jeografía de las plantas, cuyo nombre mismo era casi desconocido ha medio siglo, ofrecería una nomenclatura árida i desprovista de interés, si no se ilustrase con los estudios meteorológicos.

En expediciones científicas, pocos viajeros han tenido, tanto como yo, la ventaja de haber visto, no solamente las costas, como sucede en los viajes alrededor del mundo, sino también de haber recorrido el interior de dos grandes continentes en muy considerables estensiones, i allí donde estos continentes presentan los más notables contrastes, a saber, el paisaje tropical i alpestre de Méjico o la América del Sud, i el paisaje de los páramos del Asia boreal. Empresas de esta naturaleza debían, según la tendencia de mi espíritu a tentativas de jeneralización, vivificar mi ánimo, i excitarme a reunir, en una obra aparte, los fenómenos terrestres con los que abrazan los espacios celestes. La *descripción de la tierra*, hasta aquí asaz mal limitada como ciencia, llegó a ser, según este plan que se estendía a todas las cosas creadas, una *descripción física del mundo*.

La composición de semejante obra, si aspira a reunir con el mérito del fondo científico el de la forma literaria, presenta grandes dificultades. Se trata de introducir el orden i la luz en

la inmensa riqueza de materiales que se ofrecen al pensamiento, sin quitar a los cuadros de la naturaleza el soplo que los vivifica; pues que si uno se limitase a dar resultados jenerales arriesgaria ser tan árido, tan monótono como aquel que no hiciese mas que la esposicion de una demasiado grande multitud de hechos particulares. No oso lisonjearme de haber cumplido con condiciones tan difíciles de llenar, i de haber evitado escollos cuya existencia puedo solamente indicar.

La débil esperanza que tengo de obtener la induljencia del público, reposa en el interes acordado, desde hace tantos años, a una obra publicada poco tiempo despues de mi vuelta de Méjico i Estados-Unidos, con el titulo de *Cuadros de la naturaleza*. Este librito, escrito orijiariamente en aleman, i traducido al frances con un raro conocimiento de ámbos idiomas, por mi antiguo amigo M. Eyriès, trata algunas partes de la jeografia física, tales como la fisonomía de los vejetales, de las savanas, de los desiertos, i del aspecto de las cataratas, bajo puntos de vista jenerales. Si ha sido de alguna utilidad, es ménos por lo que ha podido ofrecer de su propio fondo que por la influencia que ha tenido en el espíritu i en la imajinacion de una juventud ávida de saber i pronta a lanzarse a lejanas empresas. He tratado de hacer ver en el *Cosmos*, como en los *Cuadros de la naturaleza*, que la descripcion exacta i precisa de los fenómenos no es absolutamente inconciliable con la pintura animada i viva de las escenas importantes de la creacion.

Esponer en lecciones públicas las ideas que uno cree nuevas, me ha parecido siempre el mejor medio para darse razon del grado de claridad que se puede derramar sobre estas ideas; así es que he tentado este medio en dos lenguas diferentes; en Paris i en Berlin. Cuadernos que han sido redactados en estas ocasiones por auditores inteligentes han sido para mí desconocidos. He preferido no consultarlos. La redaccion de un libro impone obligaciones bien diferentes de las que arrastra la esposicion oral en un curso público. Escepto algunos fragmentos de la introduccion del *Cosmos*, todo ha sido escrito en los años de 1843 i 1844. El curso hecho ante dos auditorios de Berlin, en sesenta lecciones, era anterior a mi expedicion al norte del Asia.

El primer volumen de esta obra encierra a mis ojos la parte mas importante de mi empresa, un cuadro de la naturaleza que presenta el conjunto de los fenómenos del universo desde las nebulosas planetarias hasta la jeografia de las plantas i de los ani-

males, terminando con las razas de hombres. Este cuadro va precedido de consideraciones sobre los diferentes grados de goce que ofrecen el estudio de la naturaleza i el conocimiento de sus leyes. Los límites de la ciencia del *Cosmos* i el método segun el cual yo intento esponerla, son igualmente discutidos en ella. Todo lo que toca al pormenor de las observaciones de los hechos particulares, i a los recuerdos de la antigüedad clásica, fuente eterna de instruccion i de vida, está concentrado en notas puestas al fin de cada volúmen.

Frecuentemente se ha hecho la observacion, poco consoladora en apariéncia, de que todo lo que no tiene sus raices en las profundidades del pensamiento, del sentimiento i de la imaginacion creadora, de que todo lo que depende del progreso de la experiencia, de las revoluciones que hace sufrir a las teorías físicas la creciente perfeccion de los instrumentos, i de la esfera sin cesar ensanchada de la observacion, no tarda en envejecer. Así, las obras sobre las ciencias naturales llevan en sí mismas un jérmén de destruccion, de tal modo que en ménos de un cuarto de siglo, por la rápida marcha de los descubrimientos, son condenadas al olvido, ilegibles para cualquiera que está a la altura del presente. Estoy léjos de negar la exactitud de estas reflexiones, pero creo que aquellos a quienes un largo e íntimo comercio con la naturaleza ha penetrado del sentimiento de su grandeza, aquellos que en este saludable comercio, han fortificado a la vez su carácter i su espíritu, no podrian aflijirse al verla cada vez mejor conocida, i al ver estenderse incesantemente el horizonte de las ideas como el de los hechos. Hai mas aun: en el estado actual de nuestros conocimientos, partes mui importantes de la física del mundo están asentadas sobre fundamentos sólidos. Una tentativa para reunir lo que, en una época dada, ha sido descubierto en los espacios celestes, en la superficie del globo, i a la corta distancia en que nos es permitido leer en sus profundidades, podria, si no me engaño, cualesquiera que fuesen los progresos futuros de la ciencia, ofrecer todavia algun interes, si consiguiese retrazar con vivacidad una parte al ménos de lo que el espíritu del hombre percibe de jeneral, de constante, de eterno, entre las aparentes fluctuaciones de los fenómenos del universo.

*Postdam, noviembre de 1844.*

## COSMOS,

CONSIDERACIONES SOBRE LOS DIFERENTES GRADOS DE GOZE QUE OFRECEN EL ASPECTO DE LA NATURALEZA I EL ESTUDIO DE SUS LEYES.

POR ALEJANDRO DE HUMBOLDT.

(Continuación.)

La tentativa para descomponer en sus diversos elementos la majía del mundo físico es temeraria; porque el gran carácter de un paisaje i de toda imponente escena de la naturaleza depende de la simultaneidad de las ideas i los sentimientos que se hallan escitados en el observador. El poder de la naturaleza se revela, por decirlo así, en la conexidad de las impresiones, en esa unidad de emociones i de efectos que en cierto modo se producen de un golpe. Si se quiere indicar las fuentes particulares de ellos, es preciso descender por medio del análisis a la individualidad de las formas i a la diversidad de las fuerzas. Los mas ricos i mas variados elementos de esta clase de análisis se ofrecen a los ojos de los viajeros en el paisaje del Asia austral, en el grande archipiélago de la India, i principalmente en el nuevo Continente, allí donde las cumbres de las altas Cordilleras forman los *bancos* del océano aéreo, i donde esas mismas fuerzas subterráneas que en otro tiempo levantaron cadenas de montañas, las conmueven todavía en el nuestro i amenazan tragárselas.

Cuadros de la naturaleza, trazados con un fin razonado, no son hechos para agradar únicamente a la imaginacion; pueden tambien, poniéndolos en relacion unos i otros, señalar esas

gradaciones de impresiones que acabamos de indicar, desde la uniformidad del litoral o los desnudos páramos de la Siberia hasta la inagotable fecundidad de la zona tórrida. Si en nuestra imaginación ponemos el monte Pilatos encima del Schreckhorn o el Schneekoppe de Silesia encima del Monte-Blanco, no habremos aun alcanzado a la altura de uno de los grandes colosos de los Andes, el Chimborazo, que tiene dos veces la altura del Etna; si uno pone el Righi o el monte Athos encima del Chimborazo, se formará la imájen del mas alto pico del Himalaya, del Dhawalagiri. Aunque las montañas de la India, por su portentosa elevación, sobrepasen por mucho (i ya tantas mensuras precisas han constatado este resultado largo tiempo controvertido) a las Cordilleras de la América meridional, no pueden, a causa de su posición jeográfica, ofrecer esa inagotable variedad de fenómenos que caracteriza a estas. La impresión de los grandes aspectos de la naturaleza no depende solamente de la altura. La cadena del Himalaya está mucho mas acá de la zona tórrida. Apenas una que otra palma se encuentra en los bellos valles del Kumaoun i del Garhwal. A los veintiocho i treinta i cuatro grados de latitud, en la falda meridional del antiguo Paropamisus, la naturaleza no despliega ya esa abundancia de helechos como árboles i de gramíneas arborescentes, de heliconias i orquídeas, los que, en la rejion tropical, suben hácia las mas elevadas mesetas. En la espalda del Himalaya, a la sombra del pino *deodvara* i de las encinas de hojas anchas propias de estos alpes de la India, la roca granítica i el micaeshisto se cubren de formas casi semejantes a las que caracterizan la Europa i el Asia boreal. Las especies no son idénticas, pero sí análogas de porte i fisonomía: estas son enebros, abedules alpestres, jencianas, la parnasia de los pantanos i el grosellero espinoso. Falta tambien a la cadena del Himalaya el imponente fenómeno de los volcanes que, en los Andes i en el archipiélago Indio, revelan frecuentemente a los indijenas, de una manera terrible, la existencia de las fuerzas que residen en el interior de nuestro planeta. Tambien la rejion de las nieves perpetuas, en la falda meridional del Himalaya, allí adonde suben las corrientes de aire húmedo i con estas corrientes la vigorosa vejetación del Indostan, comienza a los 3600 i 5900 metros de altura sobre el nivel del mar: fija por consiguiente al desarrollo de la organizacion un limite que, en la rejion equinocial de las Cordilleras, se encuentra a 850 metros mas arriba.

Los países que están cerca del ecuador tienen otra ventaja a la cual no se ha llamado hasta aquí lo bastante la atención. Es la parte de la superficie de nuestro planeta donde, en la menor estension, la variedad de las impresiones que la naturaleza hace nacer es la mas grande posible. En las montañas colosales de Cundinamarca, de Quito i del Perú, surcadas por hondos valles, es dado al hombre contemplar a la vez todas las familias de las plantas i todos los astros del firmamento. Allí es donde un mismo golpe de vista abarca majestuosas palmas, húmedos bosques de bambúes, la familia de las *musacéas*, i por encima de estas formas del mundo tropical, encinas, nisperos, agavanzos i umbelíferos, como en nuestra patria europea. Allí una misma ojeada abarca la constelacion de la Cruz del sud, las manchas del sud de Magallanes i las estrellas conductoras de la Osa que circulan al rededor del polo ártico. Allí es donde el seno de la tierra i los dos hemisferios del cielo ostentan toda la riqueza de sus formas i la variedad de sus fenómenos; allí es donde los climas, como las zonas vegetales cuya sucesion ellos determinan, se encuentran superpuestos como por pisos, allí es donde las leyes del decrecimiento del calor, fáciles de notar por el observador inteligente, están escritas con cifras indelebles en las paredes de los peñascos del rápido declive de los Andes.

Para no fatigar aquí con el pormenor de fenómenos que, hace tiempo, yo intenté representar gráficamente, no reproduciré mas que algunos de esos resultados jenerales cuyo conjunto compone el *cuadro fisico de la zona tórrida*. Lo que en la vaguedad de las sensaciones, se confunde como desprovisto de contornos, lo que queda envuelto con ese vapor neblinoso que, en el paisaje, oculta a la vista las altas cimas, el pensamiento, escudriñando las causas de los fenómenos, le quita el velo i lo resuelve en sus diversos elementos; asigna a cada uno de esos elementos de la impresion total un carácter individual. De ello resulta que, en la esfera de los estudios de la naturaleza, como en la de la poesia i de la pintura de paisaje, la descripcion de los sitios i los cuadros que hablan a la imaginacion tienen tanta mas verdad i vida cuanto mas decididamente están en ellos dibujados todos los rasgos.

Si las rejiones de la zona tórrida, por su riqueza orgánica i su abundante fecundidad, hacen nacer las mas profundas emociones, ofrecen ademas la inapreciable ventaja de mostrar al hombre, en la uniformidad de las variaciones de la atmósfera i del

desenvolvimiento de las fuerzas vitales, en los contrastes de climas i de vejetaciones que nacen de la diferencia de las alturas, la invariabilidad de las leyes que gobiernan los movimientos celestes como reflejándose en los fenómenos terrestres. Permitáseme detenerme algunos instantes en las pruebas de esta regularidad, que puede aun sujetarse a escalas i a evaluaciones numéricas.

En las ardientes llanuras que se elevan poco sobre el nivel del mar, reina la familia de los plátanos, de los cycas i de las palmas, cuyo número de especies inscritas en las floras de las rejiones tropicales ha aumentado maravillosamente en nuestros dias, por el zelo de los botánicos viajeros. A estos grupos suceden en la falda de las cordilleras, en elevados valles o en grietas húmedas i sombrías los helechos como árboles i el chinchona que produce la corteza febrifuga. Los gruesos troncos cilindricos de los helechos proyectan sobre el azul oscuro del cielo, el fresco verdor de su follaje delicadamente dentado. En el chinchona la corteza es tanto mas saludable cuanto mas frecuentemente el cogollo del árbol es bañado i refrescado por ligeras neblinas que forman la capa superior de las nubes que reposan en los llanos. Donde quiera que acaba la rejion de los bosques, florecen en anchas fajas plantas que viven en grupos, pequeñas aralias, las thibodias i las andromedas con hojas de mirto. La rosa alpina de los Andes, la magnifica befaria, forman un cinto púrpureo al redor de los esbeltos picos. Poco a poco desapareceu en la rejion fria de los *Paramos* espuesta a la perpetua tormenta de las borrascas i los vientos, los arbustos ramosos i las yerbas velludas constantemente cargadas de grandes corolas de variados colores. Las plantas monocotyledonias de tallos delgados cubren uniformemente el suelo; esta es la zona de las gramíneas, una savana que se extiende por sobre inmensas mesetas. Ella refleja en la falda de las cordilleras una luz amarillenta, a lo léjos casi dorada, i sirve de pastero para las llamas i el ganado introducido por los colonos europeos. Allí donde la desnuda roca de trachito atraviesa el césped i se alza sobre capas de aire que se creen ménos cargadas de ácido carbónico, solamente se desarrollan por manchas circulares las plantas de organizacion inferior, *lichens*, lecideas i el polvo coloreado de la lepraria. Islotes de nieve esporádica recién caida, variables de forma i de estension, detienen los últimos i débiles desarrollos de la vida vejetal. A estos islotes esporádicos suceden las nieves eternas. Estas tienen



una altura constante i fácil de determinar, a causa de la mui pequeña oscilacion que experimenta el limite inferior de ellas. Las fuerzas elásticas que residen en el interior de nuestro globo trabajan, lo mas frecuentemente en vano, por quebrantar esas campanas o domos redondos, que resplandecientes con la blancura de las nieves eternas, están sobre el dorso de las cordilleras. Allí donde las fuerzas subterráneas han conseguido, sea por cráteres circulares o por largas hendiduras, abrir comunicaciones permanentes con la atmósfera, raras veces producen corrientes de lavas, i frecuentemente escorias inflamadas, vapores de agua i de azufre combinado con el agua, exhalaciones mefíticas de ácido carbónico.

Un espectáculo tan imponente i tan grandioso no ha podido hacer nacer entre los habitantes de los trópicos, en el primer estado de una civilizacion naciente, mas que un vago sentimiento de pasmo i de terror. Quizas se habria debido suponer, i ya nosotros lo hemos recordado mas arriba, que la vuelta periódica de los mismos fenómenos i el modo uniforme segun el cual se agrupan por zonas superpuestas facilitarían al hombre el conocimiento de las leyes de la naturaleza; pero por mas que remonten la tradicion i la historia, no encontramos que se hayan aprovechado estas ventajas en esos felices climas. Indagaciones recientes han hecho mui dudoso que el asiento primitivo de la civilizacion de los Hindues, una de las fases mas maravillosas de los progresos de la humanidad, haya sido entre los trópicos mismos. Airyana Vaedjo, la antigua cuna del Zend, estaba situada al nordeste del Alto-Indus, i despues del gran cisma, es decir despues que los Iraniános se separaron del instituto brahmánico, la lengua antes comun a los Iraniános i a los Hindues, tomó, entre estos últimos (al mismo tiempo que la literatura, las costumbres i el estado de la sociedad) una forma individual en el Magadha o Madhya Déça, comarca limitada por la gran cordillera del Hima-Jaya i la pequeña cadena Vindhya. En tiempos mui posteriores, la lengua i la civilizacion sanscritas se avanzaron aun hácia el sudeste i penetraron mucho mas adelante en la zona tórrida, como mi hermano Guillermo de Humboldt lo ha demostrado en su grande obra sobre la lengua kavi i las lenguas que tienen relaciones de estructura con ellas,

A pesar de todas las trabas, que bajo latitudes boreales, la excesiva complicacion de los fenómenos i las perpétuas variaciones locales en los movimientos de la atmósfera i en la distribucion

de las formas orgánicas, oponian al descubrimiento de las leyes de la naturaleza, ha sido precisamente a un corto número de pueblos que habitan la zona templada a quienes se ha revelado primero un conocimiento íntimo i razonado de las fuerzas que obran en el mundo físico. De esta zona boreal, al parecer mas favorable a los progresos de la razon, al pulimiento de las costumbres i a las libertades públicas, es de donde los jérmenes de la civilizacion han sido importados a la zona tropical, tanto por esos grandes movimientos de raza que se llaman inmigraciones de pueblos, como por el establecimiento de colonias, muy diferentes por sus instituciones, en los tiempos fenicios o helénicos i en los modernos.

Al recordar la influencia que la sucesion de los fenómenos ha podido ejercer sobre la mayor o menor facilidad para reconocer la causa que los produce, he tocado ese importante punto donde, en el contacto con el mundo exterior, se halla al lado del encanto que difunde la simple contemplacion de la naturaleza, el goze que nace del conocimiento de las leyes i del encadenamiento mútuo de estos fenómenos. Lo que largo tiempo no fué mas que el objeto de una vaga inspiracion ha llegado poco a poco a la evidenciamiento de una verdad positiva. El hombre se ha afanado por encontrar, como lo ha dicho en nuestro idioma un poeta inmortal, «el polo inmutable en medio de la eterna fluctuacion de las cosas creadas.» [1]

Para remontar a la fuente de este goze que se funda en el ejercicio del pensamiento, basta echar una ojeada sobre los primeros juicios de la filosofia de la naturaleza o de la antigua doctrina del Cosmos. Encontramos en los pueblos mas salvajes (i mis propios viajes han confirmado esta asercion) un secreto i receloso sentimiento de la poderosa unidad de las fuerzas de la naturaleza, de una esencia invisible, espiritual que se manifiesta en esas fuerzas, sea que desarrollen la flor i el fruto del árbol nutridor, sea que sacudan el suelo de la selva o sea que truenen en las nubes. Tambien se revela un vinculo entre el mundo visible i un mundo superior que escapa a los sentidos. Uno i otro se confunden involuntariamente, i desprovisto del apoyo de la observacion, simple producto de una concepcion ideal, el jérmen de una *filosofia de la naturaleza* no por eso deja de desenvolverse en el seno del hombre.

(1) Schiller.

Entre los pueblos más atrasados en la civilización, la imaginación se complace en jugar con creaciones extrañas i fantásticas. La predilección por el símbolo influye simultáneamente en las ideas i en las lenguas. En vez de examinar, adivinan, dogmatizan, interpretan lo que nunca ha sido observado. El mundo de las ideas i los sentimientos no refleja al mundo exterior con su pureza primitiva. Lo que en algunas rejiones de la tierra, no se ha manifestado, como rudimento de la filosofía natural, mas que en un corto número de individuos dotados de una alta intelijencia, se presenta en otras rejiones, en familias enteras de pueblos, como el resultado de tendencias místicas i de instituciones instintivas. En el comercio íntimo con la naturaleza, en la vivacidad i la profundidad de las emociones que hace nacer, es donde se encuentran tambien los primeros impulsos hácia el culto, hácia una santificación de las fuerzas destructoras o conservadoras del universo. Pero a medida que el hombre, reconociendo los diferentes grados de su desenvolvimiento intelectual, alcanza a gozar en toda libertad el poder regulador de la reflexion, luego que alcanza a separar, por un acto de emancipacion progresiva, el mundo de las ideas de el de las sensaciones, no se contenta ya con un vago presentimiento de la unidad de las fuerzas de la naturaleza. El ejercicio del pensamiento empieza a llenar su alta mision; la observacion, fecundada por el raciocinio, remonta con ardor a las causas de los fenómenos.

La historia de las ciencias nos enseña que no ha sido fácil satisfacer a las necesidades de una curiosidad tan activa. Observaciones poco exactas e incompletas han conducido, por falsas inducciones, a ese gran número de opiniones físicas que se han perpetuado entre las preocupaciones populares en todas las clases de la sociedad. Así es como al lado de un conocimiento sólido i científico de los fenómenos, se ha conservado un sistema de pretendidos resultados de observaciones tanto más difícil de desarraigar cuanto que no toma en cuenta ninguno de los hechos que lo atacan. Este empirismo, triste herencia de los siglos anteriores, conserva invariablemente sus axiomas. Es arrogante como todo lo que es de cortos alcances, mientras que la física, fundada en la ciencia, duda porque trata de profundizar, separa lo que es cierto de lo que es simplemente probable i sin cesar perfecciona las teorías estendiendo el círculo de las observaciones.

Este agregado de dogmas incompletos que un siglo lega a otro,

esta física compuesta de preocupaciones populares, no es solamente dañosa porque perpetua el error con la obstinación que siempre infunde el testimonio de hechos mal observados; sino que también impide al espíritu elevarse a las grandes vistas de la naturaleza. En vez de buscar el estado *medio* al rededor del cual, en la aparente independencia de las fuerzas, oscilan todos los fenómenos del mundo exterior, ella se complace en multiplicar las excepciones de la lei; busca en los fenómenos i en las formas orgánicas otras maravillas que las de una sucesión regular, de un desenvolvimiento interno i progresivo. Sin cesar se inclina a creer interrumpido el orden de la naturaleza, a desconocer en el presente la analogía con el pasado i a perseguir, según el capricho de sus soñadurías, la causa de las pretendidas perturbaciones ya en el interior de nuestro globo, ya en los espacios celestes.

El objeto especial de esta obra (el Cosmos) es combatir errores que tienen su origen en un empirismo vicioso i en inducciones imperfectas. Los mas nobles goces dependen de la exactitud i la profundidad de los juicios, de la extensión del horizonte que se puede abarcar al mismo tiempo. Con el cultivo de la inteligencia se ha acrecentado, en todas las clases de la sociedad, la necesidad de embellecer la vida aumentando la masa de las ideas i los medios de generalizarlas. El sentimiento de esta necesidad prueba también, refutando así vagas acusaciones hechas al siglo en que vivimos, que los intereses materiales de la vida no son los únicos que ocupan a los espíritus.

Casi con pesar paso a examinar un temor que parece nacer de una vista limitada o de cierta sentimentalidad muelle i débil del alma, quiero decir, el temor de que la naturaleza pierda algo de su encanto i del prestigio de su poder mágico, a medida que vayamos penetrando en sus secretos, comprendiendo el mecanismo de los movimientos celestes i avaluando numéricamente la intensidad de las fuerzas. Es cierto que las fuerzas no ejercen, hablando con propiedad, un poder mágico en nosotros sino tanto cuanto su acción, envuelta en misterios i tinieblas, se encuentra colocada fuera de todas las condiciones que la experiencia ha podido alcanzar. El efecto de semejante poder es por consiguiente conmover la imaginación; pero seguramente que nosotros no evocaríamos con preferencia esta facultad del alma para que presidiese a las laboriosas, a las minuciosas observaciones, cuyo fin es el conocimiento de las mas grandes i mas admirables leyes del universo. El astrónomo que por medio del helio-

metro o de un prisma de doble refraccion, determina el diámetro de los cuerpos planetarios, que mide con paciencia, durante años enteros, la altura meridiana o las relaciones de distancia de las estrellas, que busca un cometa telescópico en medio de un grupo de pequeñas nebulosas, no siente (i esto es la garantía misma de la precision de su trabajo) su imaginacion mas conmovida que el botánico que cuenta las divisiones del cáliz, el número de estambres, los dientes ya sueltos, ya juntos del anillo que rodea la cápsula de un musgo. Así, por una parte las multiplicadas medidas de los ángulos, por la otra las relaciones de los pormenores de la organizacion, preparan la via a importantes opiniones sobre la fisica jeneral.

Es preciso distinguir la disposición del alma, el estado del espíritu en el observador, mientras que observa, del ensanche ulterior de las ideas que es el fruto de la investigación i del trabajo del pensamiento. Los físicos miden con admirable sagacidad las ondas luminosas desigualmente largas que se refuerzan o se destruyen por *interferencia*, aun en sus acciones químicas. El astrónomo, armado de poderosos telescopios, penetra en los espacios celestes, contempla, en los últimos límites de nuestro sistema solar, las lunas de Urano, i descompone débiles puntos centelleantes en estrellas dobles desigualmente coloreadas. Los botánicos encuentran la constancia del movimiento jiratorio de *Cara* en la mayor parte de las celdillas vegetales, i reconocen el eucadenamiento íntimo de las formas orgánicas por jéneros i familias naturales. Así, la bóveda celeste sembrada de nebulosas i de estrellas, i la rica alfombra de vegetales que cubre el suelo en el clima de las palmas no pueden ménos que dejar a estos observadores laboriosos una mas imponente i mas digna impresion de la majestad de la creacion que a aquellos de quienes el alma no está acostumbrada a percibir las grandes relaciones que ligan los fenómenos. No puedo por consiguiente estar de acuerdo con Burke, cuando, en una de sus agudas obras, pretende «que nuestra ignorancia de las cosas de la naturaleza es la causa principal de la admiracion que nos inspiran, i que ella es la que produce el sentimiento de lo sublime.»

Mientras que la ilusión de los sentidos clava los astros en la bóveda del cielo, la astronomía, por sus osados trabajos, ensancha indefinidamente el espacio. Si circunscribe la gran nebulosa a la cual pertenece el sistema solar, no es sino para mostrarnos

mas allá, hacia rejiones que se alejan a medida que los poderes ópticos aumentan, otros islotes de nebulosas esporádicas. El sentimiento de lo sublime, en cuanto nace de la contemplacion de la distancia de los astrós, de su tamaño, de la estension física, se refleja en el sentimiento de lo infinito que pertenece a otra esfera de ideas, al mundo intelectual. Lo que el primero ofrece de solemne i de imponente, lo debe a la ligazon que acabamos de señalar, a esa analogía de goces i de emociones que son escitados en nosotros, sea en medio de los mares, o en el océano aéreo, cuando capas vaporosas i medio diáfanas nos envuelven en la cumbre de un pico aislado, o en fin, delante de esos poderosos instrumentos que disuelven en estrellas, nebulosas lejanas.

La simple acumulacion de observaciones por parte sin relacion entre sí, sin jeneralizacion de ideas, ha podido llevar sin duda a una mui inveterada preocupacion, a la persuasion de que el estudio de las ciencias exactas debe necesariamente resfriar el sentimiento i disminuir los nobles placeres de la contemplacion de la naturaleza. Los que en nuestros tiempos, en medio de los progresos de todos los ramos de nuestros conocimientos i de la razon pública misma, alimentan aun tal error, desconocen el valor de toda estension de la esfera intelectual, el valor de ese arte de encubrir, por decirlo así, los pormenores de los hechos aislados, para elevarse a resultados jenerales. Muchas veces, al pesar de perder, bajo la influencia del raciocinio científico, el libre goce de la naturaleza, se añade el temor de que no es dado a todas las inteligencias comprender las verdades de la física del mundo. Es cierto que en medio de esa universal fluctuacion de fuerzas i de vida, en ese enmarañado tejido de organismos que a su turno se desarrollan i destruyen, cada paso que uno dá en el conocimiento mas íntimo de la naturaleza lleva a la entrada de nuevos laberintos; pero la escitacion de un sentimiento adivinatorio, la vaga intuicion de tantos misterios que hai que desvelar, la multiplicidad de las vías que hai que seguir, son, en todos los grados del saber, las que en nosotros estimulan el ejercicio del pensamiento. El descubrimiento de cada lei de la naturaleza conduce a otra mas jeneral, o al ménos hace presentir al observador intelijente la existencia de ella. La naturaleza, como la ha definido un célebre fisiologista [1], i como lo indica la palabra misma entre los Grie-

(1) Carus.

gos i Romanos, es «lo que crece i se desarrolla perpétuamente, lo que no tiene vida mas que por un continuo cambio de forma i de movimiento interior.»

Para nosotros se entiende o se completa la serie de los tipos orgánicos a medida que por viajes de tierra o mar, vamos penetrando a rejiones desconocidas, a medida que vamos comparando los organismos vivientes con los que han desaparecido en las revoluciones de nuestro planeta, a medida que se han ido perfeccionando los microscopios, i que su empleo se ha difundido entre los que de él saben servirse con discernimiento. En el seno de esa inmensa variedad de producciones animales i vegetales, en el juego de sus periódicas transformaciones, sin cesar se renueva el misterio primordial de todo desarrollo orgánico, ese problema de la *metamorfosis* de que Goethe ha tratado con superior sagacidad, i el cual nace de la necesidad que experimentamos de reducir las formas vitales a un corto número de tipos fundamentales. En medio de las riquezas de la naturaleza i de la creciente acumulacion de observaciones, el hombre se penetra de la convicción íntima de que en la superficie i en las entrañas de la tierra, en las profundidades del mar i las de los cielos, aun pasados millares de años, «no faltará espacio para los conquistadores científicos.» El pesar de Alejandro no podria aplicarse a los progresos de la observacion i de la inteligencia.

Las consideraciones jenerales, bien se refieran a la material aglomerada en cuerpos celestes o bien a la distribución jeográfica de los organismos terrestres, no son solamente por si mismas mas atrayentes que los estudios especiales; sino que tambien ofrecen grandes ventajas a los que no pueden dedicar mucho tiempo a ésta clase de ocupaciones. Los diferentes ramos de la historia natural no son accesibles sino en ciertos grados de la vida social i tampoco ofrecen encanto en todas las estaciones i en todos los climas. En las inhóspitas zonas del norte, estamos durante largo tiempo privados del espectáculo que presentan a nuestras miradas las fuerzas productivas de la naturaleza orgánica; i si nuestro interés se ha fijado únicamente en una clase de objetos, las mas animadas narraciones de los viajeros que han recorrido países lejanos, no tendrán para nosotros ningun atractivo, a ménos que sus narraciones toquen los objetos mismos de nuestra predileccion.

Lo mismo que la historia de los pueblos, si ella pudiese siem-

pre con buen éxito remontar a las verdaderas causas de los acontecimientos, llegaría a resolver el eterno enigma de las oscilaciones que experimenta el movimiento ya progresivo, ya retrógrado de la sociedad humana; así también la descripción física del mundo, la ciencia del Cósmos, si ella fuese concebida por una inteligencia fuerte i basada en el conocimiento de todo lo que se ha descubierto hasta una época dada, haría desaparecer una parte de las contradicciones que a primera vista, parece ofrecer la complicación de los fenómenos, efecto de una multitud de perturbaciones simultáneas. El conocimiento de las leyes, bien se revelen estas en los movimientos del Océano, en la marcha calculada de los cometas o en las atracciones mútuas de las estrellas múltiples, aumenta el sentimiento de la calma de la naturaleza. Se diría que «la discordia de los elementos» ese gran espantajo del espíritu humano en sus primeras intuiciones, se apacigua a medida que las ciencias extienden su imperio. Las vistas jenerales nos acostumbran a considerar cada organismo como una parte de la creación entera, a reconocer en la planta i en el animal, no la especie aislada sino una forma ligada, en la cadena de los seres, a otras formas vivas o desaparecidas. Ellas nos ayudan a asir las relaciones que existen entre los descubrimientos mas recientes i los que los han preparado. Relegados a un punto del espacio, recojemos con mas avidez lo que ha sido observado en diferentes climas. Gustamos seguir audaces navegantes en medio de los hielos polares hasta el pico de ese volcan del polo antártico, cuyos fuegos son visibles durante el día desde grandes distancias; llegamos a comprender aun algunas maravillas del magnetismo terrestre, i la importancia de las numerosas *estaciones* diseminadas hoi en ámbos hemisferios, para espiar la simultaneidad de las perturbaciones, la frecuencia i la duracion de las *borrascas magnéticas*.

Seáme permitido dar algunos pasos mas en el campo de los descubrimientos cuya importancia no puede ser apreciada sino por aquellos que se han entregado a estudios de física jeneral. Ejemplos escojidos entre los fenómenos que han llamado principalmente la atención en estos últimos tiempos difundirán nueva luz sobre las consideraciones precedentes. Sin un conocimiento preliminar de la órbita de los cometas, no se comprendería la importancia del descubrimiento de uno de ellos, cuya órbita elíptica está inclusa en los estrechos límites de nuestro sistema planetario i que ha revelado la existencia de un fluido etéreo que tiende a disminuir la fuerza centrífuga i la duracion de las



revoluciones. En una época en que ávidos de un medio saber gustaban mezclar en las conversaciones del día vagas ideas científicas, los temores de un choque peligroso con tal o tal cuerpo celeste, o de un pretendido desórden de los climas, se renuevan bajo otras formas. Esos sueños de la imaginacion se hacen tanto mas dañosos cuanto que tienen su origen en pretensiones dogmáticas. La historia de la atmósfera i de las variaciones anuales que experimenta su temperatura, remonta ya lo bastante para manifestar la repetición de pequeñas oscilaciones al rededor del calor medio de un lugar, con esto precaviéndonos por consiguiente del temor exajerado del deterioro jeneral i progresivo de los climas de Europa. El cometa de Euke, uno de los tres *cometas interiores* acaba su curso en mil doscientos dias i no es, por su forma i la posición de su órbita, mas peligroso para la tierra que el gran cometa de Halley de setenta i seis años que fué menos bello en 1835 que en 1759, ni mas peligroso que el cometa interior de Biela que corta, es verdad, la órbita de la tierra, pero que no puede acercarse mucho a nosotros sino cuando su proximidad coincide con el solsticio de invierno.

La cantidad de calor que recibe un planeta i cuya distribución desigual determina las variaciones meteorológicas de la atmósfera, depende a la vez de la fuerza fotojénica del sol, es decir de sus envoltentes gaseosas, i de la posición relativa del planeta i del cuerpo central. Hai cambios que la forma de la órbita terrestre o la inclinación de la eclíptica (el ángulo que forma el eje de la tierra con el plan de su órbita) experimentan segun las leyes de la gravedad universal; pero estos cambios son tan lentos i encerrados en tan estrechos límites, que los efectos térmicos no podrian llegar a ser apreciables para nuestros instrumentos actuales sino trascurridos millares de años. Las causas astronómicas de un enfriamiento de nuestro globo, las de la disminución de la humedad en su superficie, i las de la naturaleza i frecuencia de ciertas epidemias (fenómenos frecuentemente discutidos en nuestros días segun tenebrosas conjeturas de la edad-media) deben considerarse como fuera del alcance de las operaciones actuales de la física i la química.

(Continuará.)

# COSMOS,

CONSIDERACIONES SOBRE LOS DIFERENTES GRADOS DE QUE OCE OFRE-  
CEN EL ASPECTO DE LA NATURALEZA I EL ESTUDIO DE SUS LEYES.

POR ALEJANDRO DE HUMBOLDT.

(Conclusion.)

La astronomía física nos ofrece otros fenómenos que uno no podría contemplar en toda su magnitud si para ello no estuviese preparado de antemano por vistas jenerales sobre las fuerzas que animan al universo. Tales son el inmenso número de estrellas, o mas bien, de soles dobles que jiran al rededor de un centro comun de gravedad i revelan la existencia de la atraccion neutoniana en los mundos mas lejanos; la abundancia o la rareza de las manchas del sol, es decir, de esas aberturas que se forman en las atmósferas luminosas i opacas de que está envuelto el núcleo sólido; las caidas regulares de las estrellas vagas en el 13 de Noviembre i en la fiesta de San Lorenzo, anillo de asteroides que cortan probablemente la órbita de la tierra i que se mueven con una rapidez planetaria.

Si de las rejiones celestes descendemos a la tierra, aspiramos a concebir las relaciones que existen entre las oscilaciones del péndulo en un espacio lleno de aire, oscilaciones cuya teoría ha sido perfeccionada por Bessel, i la densidad de nuestro planeta; preguntamos cómo el péndulo, haciendo el oficio de sonda, nos dá luces hasta cierto punto sobre la constitucion jeoló-

jica de las capas que están a gran profundidad. Se percibe notable analogía entre la formación de las rocas granosas que componen las corrientes de lava en la falda de los volcanes activos, i esas masas endójenas de granito, de pórfiro i de serpentina, las cuales, salidas del seno de la tierra, rompen, como rocas de erupcion, los bancos secundarios i los modifican por contacto, sea haciéndolos mas duros por medio de la sílice que en ellos se introduce, sea reduciéndolos al estado de dolomía, o sea en fin haciendo nacer en ellos cristales de composición muy variada. El levantamiento de islotes esporádicos, de domos de trachito i de conos de basalto por las fuerzas elásticas que emanan del interior fluido de nuestro globo, han llevado al primer jeólogo de nuestro siglo, al señor Leopoldo de Buch, a la teoría del levantamiento de los continentes i de las cadenas de montañas en jeneral. Semejante accion de las fuerzas subterráneas, la ruptura i el alzamiento de los bancos de rocas de sedimento, de lo cual, a consecuencia de un terremoto, ha ofrecido un ejemplo reciente el litoral de Chile, hacen entrever la posibilidad de que algunas conchas pelájicas encontradas por el señor Bompland i por mí, en el dorso de los Andes a mas de 4600 metros de altura, hayan podido llegar a esa posicion extraordinaria, no por la intumescencia del océano, sino por agentes volcánicos capaces de arrugar la costra ablandada de la tierra.

Yo llamo *volcanismo*, en el sentido mas jeneral de la palabra toda accion que el interior de un planeta ejerce sobre su costra exterior. La superficie de nuestro globo i la de la luna muestran huellas de esta accion que, al ménos en nuestro planeta, ha variado en la serie de los siglos. Los que ignoran que el calor interior de la tierra aumenta rápidamente segun la profundidad, i que a ocho o nueve leguas de distancia el granito está en fusion, no pueden formarse idea precisa de las causas i de la simultaneidad de erupciones volcánicas muy distantes unas de otras; ni de la extension i el cruzamiento de los *circulos de conmociones* que ofrecen los terremotos; ni de la constancia de la temperatura i de la igualdad de composición química observadas en las aguas termales durante una larga serie de años. Tal es sin embargo la importancia de la cantidad de calor propia de un planeta, resultado de su condensacion primitiva, variable segun la naturaleza i la duracion de la irradiacion, que el estudio de esta cantidad arroja al mismo tiempo alguna luz sobre la historia de la atmósfera i sobre la distribucion de los cuerpos organizados escondidos en la

costra sólida de la tierra. Este estudio nos hace concebir como una temperatura tropical, independiente de la latitud (la distancia a los polos) ha podido ser efecto de profundas grietas quedadas largo tiempo abiertas en la época del arrugamiento i resquebrajamiento de la costra apénas consolidada i exhalando aun el calor del interior. El nos representa un antiguo estado de cosas, en el cual la temperatura de la atmósfera i los climas en jeneral eran debidos a la exhalacion del calórico i de las emanaciones gasosas, es decir, a la enérgica reaccion del interior sobre el exterior, mas bien que a la posicion relativa de la tierra hácia el cuerpo central, el sol.

Las rejiones frias ocultan, depositados en capas sedimentarias, los productos de los trópicos: en el *terreno kullero*, troncos de palmas quedados en pie i mezclados con coníferos, helechos arborescentes, goniatitas i pescados de escamas romboidales huesosas; en el *calcario del Jura*, enormes esqueletos de cocodrilos i de plesiosauros, planúlitas i troncos de cicádeas; en la *tiza*, pequeños politalamos i biozoarios cuyas especies idénticas viven aun en el seno de los mares actuales; en el *tripoli*, o schisto para pulir, el semi-ópalo i el ópalo farinoso, poderosas aglomeraciones de infusorios siliciosos, los cuales nos ha revelado Ehrenberg con su vivificante microscopio; en fin, en los *terrenos de acarreo* i en ciertas cavernas, osamentas de elefantes, hienas i leones. Como estamos familiarizados con las grandes vistas de la fisica del globo, estas producciones de los climas cálidos que se encuentran en estado fósil en las rejiones septentrionales, no escitan ya entre nosotros una estéril curiosidad, sino que llegan a ser los mas dignos objetos de meditaciones i combinaciones nuevas.

La multitud i la variedad de los problemas que acabo de abordar hacen nacer la cuestion de saber si consideraciones jenerales pueden tener un grado suficiente de claridad donde falta el estudio pormenorizado i especial de la historia natural descriptiva, de la jeolojia o de la astronomia matemática. Creo que es preciso distinguir aquel que debe coleccionar las observaciones separadas i profundizarlas para exponer el encadenamiento de ella, de aquel a quien debe ser trasmitido este encadenamiento bajo la forma de resultados jenerales. El primero se impone la obligacion de conocer la especialidad de los fenómenos; es necesario que ántes de llegar a la jeneralizacion de las ideas, haya recorrido, al ménos en parte, el dominio de las ciencias; es necesario

que él mismo haya observado, experimentado i medido. Yo no podría negar que donde los conocimientos especiales faltan, no pueden desenvolverse con el mismo grado de luz todos los resultados jenerales que en sus extensas relaciones dan tanto hechizo a la contemplacion de la naturaleza; pero me plazco en creer sin embargo que, en la obra que preparo sobre la fisica del mundo, será puesta en evidencia la parte mas considerable de las verdades sin que sea siempre necesario remontar a los principios i a las nociones elementales. Este cuadro de la naturaleza, aunque presenta en muchas de sus partes contornos poco fijos, no será por eso ménos propio para fecundizar la intelijencia, ensanchar la esfera de las ideas i para nutrir i vivificar la imaginacion.

Quizas no se ha reprochado injustamente a muchas obras científicas de Alemania el haber disminuido, por la acumulacion de los pormenores, la impresion i el valor de las ideas jenerales; el no separar lo bastante esos grandes resultados que forman, por decirlo así, las cumbres de las ciencias, de la larga enumeracion de los medios que han servido para obtenerlos. Este reproche ha hecho decir con mal humor al mas ilustre de nuestros poetas: (1) «Los alemanes tienen el don de hacer inaccesibles las ciencias.» El edificio terminado no puede producir el efecto deseado si no se le desembaraza del andamio que ha sido necesario para construirlo. Así, la uniformidad de figura que se observa en la distribución de las masas continentales, todas las cuales se terminan hácia el sud en forma de pirámide i se ensanchan hácia el norte (leí que determina la naturaleza de los climas, la direccion de las corrientes en el océano i en la atmósfera, el pasaje de ciertos tipos de vejetacion tropical a la zona templada austral) puede comprenderse con claridad, sin que se couozcan las operaciones jeodésicas i astronómicas por medio de las cuales han sido determinadas esas formas piramidales de los continentes. Del mismo modo, la jeografia física nos enseña cuantas leguas mas grande es el eje ecuatorial que el eje polar del globo; nos enseña la igualdad media del aplastamiento de los dos hemisferios, sin que sea preciso esponer cómo, por la medida de los grados del meridiano o por observaciones del péndulo, se ha llegado a reconocer que la verdadera figura de la tierra no es exactamente la de una elipsoide regular de revolucion, i que esta figura se refleja en las desigualdades de los movimientos lunares.

(1) Goethe.

Las grandes vistas de la jeografía comparada no empezaron a tomar juntamente solidez i brillo, sino a la aparicion de esa admirable obra, (*Estudios de la tierra en sus relaciones con la naturaleza i con la historia del hombre*) en la cual Cárlos Ritter ha caracterizado tan vigorosamente la fisonomía de nuestro globo, i mostrado la influencia de su configuracion exterior, tanto en los fenómenos físicos que se operan en su superficie como en las migraciones de pueblos, sus leyes, sus costumbres i todos los principales fenómenos históricos cuyo teatro es la tierra.

La Francia posee una obra inmortal, la *Exposicion del sistema del mundo*, en la cual el autor ha reunido los resultados de los trabajos matemáticos i astronómicos mas sublimes, separándolos del aparejo de las demostraciones. La estructura de los cielos está, en este libro, reducida a la simple solucion de un gran problema de mecánica. Sin embargo nunca hasta aquí se ha reprochado a la *Exposicion del sistema del mundo* ser incompleta i carecer de profundidad. Distinguir los materiales desemejantes, los trabajos que no tienden al mismo fin; separar las ideas jenerales de las observaciones aisladas, es el único medio de dar unidad de composicion a la física del mundo, de difundir la claridad sobre los objetos i de imprimir un sello de grandeza en el estudio de la naturaleza. Suprimiendo todo lo que distrae con los pormenores, uno encara solamente las grandes masas, i palpa racionalmente, con el pensamiento, lo que es impalpable para la debilidad de nuestros sentidos.

A estas consideraciones es preciso añadir que la exposicion de los resultados jenerales es singularmente favorecida en nuestros días por la feliz revolucion que, desde fines del último siglo, han experimentado los estudios especiales, principalmente los de la jeología, de la química i de la historia natural descriptiva. A medida que las leyes se jeneralizan, a medida que las ciencias se fecundizan mutuamente, a medida que estas, estendiéndose, se unen entre si con lazos mas numerosos i mas íntimos, el desarrollo de las verdades jenerales puede ser conciso sin que por esto sea superficial. Al empezar de la civilizacion humana, todos los fenómenos parecen aislados; la multiplicidad de las observaciones i la reflexion los comparan i hacen conocer la mútua dependencia de ellos. Si no obstante, en un siglo como el nuestro, caracterizado por los mas brillantes progresos, sucede que se haga sentir en ciertas ciencias falta de ligazon entre los fenómenos, uno debe esperar descubrimientos tanto

mas importantes cuanto que esas mismas-ciencias han sido cultivadas con una sagacidad de observaciones i una predileccion singulares. Esta especie de espera es la que escitan la meteorología, muchas partes de la óptica, i, desde los bellos trabajos de Melloni i de Faraday, el estudio del calórico irradiante i del electro-magnetismo. Hai allí una rica cosecha que hacer, aunque ya la pila de Volta nos muestre una ligazon íntima entre los fenómenos eléctricos, magnéticos i químicos. ¿Quién se atreveria a afirmar hoy dia que conocemos con precision la parte de la atmósfera que no es oxígeno, que milésimos de sustancias gaseosas obrando en nuestros órganos no estan mezclados de ázoe, i que aun se haya descubierto el número completo de las fuerzas que existen en el universo?

En este ensayo sobre la física del mundo no se trata de reducir el conjunto de los fenómenos sensibles a un corto número de principios abstractos basados únicamente en la razon. La física del mundo, tal como yo intento esponerla, no tiene la pretension de remontarse a las peligrosas abstracciones de una ciencia puramente racional de la naturaleza; es una *jeografía física* reunida a la *descripcion de los espacios celestes* i de los cuerpos que llenan estos espacios. Ajeno de las profundidades de la filosofía puramente especulativa, mi ensayo sobre el Cósmos, es la contemplacion de la naturaleza fundada en un empirismo razonado, es decir, en el conjunto de los hechos inventariados por la ciencia i sometidos a las operaciones del entendimiento que compara i combina. Solamente con estos límites es como la obra que he osado emprender, entra en la esfera de los trabajos a que ha sido dedicada la larga carrera de mi vida científica. No me arriesgo a entrar a una esfera en la cual no podria moverme con libertad, aunque otros con buen éxito puedan a su turno ensayarse en ello. La unidad que trato de alcanzar en el desenvolvimiento de los grandes fenómenos del universo es la que ofrecen las composiciones históricas. Todo lo que depende de individualidades accidentales, de la esencia variable de la realidad, bien sea en la forma de los seres i en el agrupamiento de los cuerpos, o en la lucha del hombre con los elementos i de los pueblos con los pueblos, no puede ser *racionalmente construido*, deducido únicamente de las ideas.

Me atrevo a creer que la descripcion del universo i la historia civil se encuentran colocadas en el mismo grado de empirismo; pero sometiendo los fenómenos físicos i los acontecimientos al

trabajo del pensamiento i remontando con el raciocinio hasta las causas, uno se penetra de mas a mas de esta antigua creencia, que las fuerzas inherentes a la materia i las que rijen el mundo moral, ejercen su accion bajo el imperio de una necesidad primordial i segun movimientos que se renuevan por repeticiones periódicas mas o ménos largas. Esta necesidad de las cosas, este encadenamiento oculto pero permanente, esta repeticion periódica en el desenvolvimiento progresivo de las formas, de los fenómenos i de los acontecimientos, son lo que constituyen a la naturaleza obediente a un primer empuje dado. La fisica, como su mismo nombre lo indica, se limita a explicar por las propiedades de la materia los fenómenos del mundo material. El último objeto de las ciencias experimentales es remontar a la existencia de las leyes i jeneralizarlas progresivamente. Todo lo que lleva mas allá no es del dominio de la fisica del mundo, sino que pertenece a otra clase de especulaciones mas elevadas. Manuel Kant, que es del corto número de filósofos que no han sido acusados de impiedad, ha señalado los límites de las esplicaciones físicas con rara sagacidad en su célebre *Ensayo sobre la teoría i la construccion de los ciclos*, publicado en Koenisberg en 1755.

El estudio de una ciencia que promete conducirnos a traves de los vastos espacios de la creacion, se asemeja a un viaje por un país lejano. Antes de emprenderlo, uno mide, i frecuentemente con desconfianza, sus propias fuerzas i las del guia que se ha escojido. El recelo, cuya fuente son la abundancia i la dificultad de las materias, disminuye, si uno se acuerda, como mas arriba lo hemos dicho, de que, en nuestros dias, con la riqueza de las observaciones ha aumentado tambien el conocimiento cada vez mas íntimo de la conexion de los fenómenos. Lo que, en el círculo mas estrecho de nuestro horizonte, ha largo tiempo parecido inesplicable, ha sido frecuente e imprevistamente aclarado por iavestigaciones hechas mui léjos. Tanto en el reino animal como en el reino vegetal, algunas formas orgánicas quedadas aisladas, han sido ligadas por eslabones intermediarios, por formas o tipos de transicion. La jeografía de los seres dotados de vida se completa mostrándonos especies, jéneros, familias enteras propias de un continente, como reflejados en formas análogas de animales i plantas del continente opuesto. Estos son, por decirlo así, *equivalentes* que se suplen i se reemplazan en la gran serie de los organismos. La transicion i el encadenamiento se fundan alternativamente ya en una disminucion o un desarrollo excesivo de



ciertas partes, ya en soldaduras de órganos distintos, ya en la preponderancia que resulta de falta de equilibrio en el balance de las fuerzas, o ya en relaciones con formas intermediarias, las cuales, léjos de ser permanentes, solo caracterizan ciertas fases de un desarrollo normal. Si, de los cuerpos dotados de vida, pasamos a los seres del mundo inorgánico, encontraremos ejemplos que caracterizan muy visiblemente los progresos de la geología moderna. Reconoceremos cómo, siguiendo las grandes vistas de Elías de Beaumont, las cadenas de montañas que dividen los climas, las zonas vegetales i las razas de pueblos, nos revelan su *edad relativa* por la naturaleza de los bancos sedimentarios que ellas han levantado i por las direcciones que siguen por sobre las largas grietas en las cuales se efectuó el arrugamiento de la superficie del globo. Relaciones de situacion en formaciones de *trachyto* i de pórfido sienítico, de dioritis i serpentina, que han quedado inciertas en los terrenos auríferos de Hungría, en el Ural rico de platina, i en la falda sudoeste del Altai siberio, se encuentran aclaradas por observaciones recojidas en las mesetas de Méjico i Antioquia, i en las insalubres quebradas del Choco. Los materiales mas importantes sobre los cuales la física del mundo ha puesto sus bases en nuestros dias, no han sido acumulados al acaso. Se ha reconocido en fin, i esta conviccion dá un carácter particular a las investigaciones de nuestra época, que viajes lejanos, largo tiempo consagrados con preferencia a la narracion de riesgosas aventuras, no pueden ser instructivos sino en tanto cuanto el viajero conoce el estado de la ciencia cuyo dominio debe estender, i en tanto cuanto sus ideas guian sus indagaciones i lo inician en el estudio de la naturaleza.

Por medio de esta tendencia hácia las concepciones jenerales, peligrosa solamente en sus abusos, es por donde una parte considerable de los conocimientos físicos ya adquiridos puede llegar a ser la propiedad comun de todas las clases de la sociedad; pero esta propiedad no tendrá valor sino en tanto cuanto la instruccion difundida contraste, por la importancia de los objetos que trate i la dignidad de sus formas, con esas compilaciones poco sustanciales que, hasta el fin del siglo XVIII se llamaron con el nombre impropio de *saber popular*. Esto persuadido de que las ciencias espuestas en un lenguaje que se cleve a su altura, a la vez grave i animado, ofrecerán a los que, encerrados en el estrecho círculo de los deberes de la vida, se ruborizaban de haber permanecido largo tiempo ajenos del comer-

cio íntimo con la naturaleza, uno de los mas vivos goces, el de enriquecer el espíritu con ideas nuevas. Este comercio, con las emociones que hace nacer, despierta en nosotros, por decirlo así, órganos que han dormitado mucho tiempo. Alcanzamos a abarcar con un estenso golpe de vista lo que, en los descubrimientos físicos, ensancha la esfera de la inteligencia, i lo que, por medio de felices aplicaciones a las artes mecánicas i químicas, acrecienta la riqueza nacional.

Un conocimiento mas exacto de la ligazon de los fenómenos nos libra tambien de un error, mui jeneral aun, i que consiste en creer que, bajo el aspecto del progreso de las sociedades humanas i de su prosperidad industrial, todos los ramos del conocimiento de la naturaleza no tienen el mismo valor intrínseco. Mui arbitrariamente establecen grados de importancia entre las ciencias matemáticas, el estudio de los cuerpos organizados, el conocimiento del electro-magnetismo, i la investigacion de las propiedades jenerales de la materia en los diversos estados de agregacion molecular. Miran presuntuosamente con desprecio lo que creen desacreditar con el nombre de *investigaciones puramente teóricas*. Olvidan, i esta advertencia es sin embargo mui antigua, que la observacion de un fenómeno a primera vista enteramente aislado, encierra muchas veces el jérmén de un gran descubrimiento. Cuando Aloysio Galvani excitó por primera vez la fibra nerviosa con el contacto de dos metales heterojéneos, sus contemporáneos estaban mui léjos de esperar que la accion de la pila de Volta nos haria ver en los álcalis metales con lustre de plata, nadando en el agua i eminentemente inflamables; mui léjos de ver que la pila misma llegaria a ser un poderoso instrumento de análisis química, un termoscopio i un iman. Cuando ántes que todos, Huyghens observó en 1678 un fenómeno de polarizacion, la diferencia que existe entre los dos rayos en que se divide un haz de luz al atravesar un cristal de doble refraccion, nadie preveia que casi siglo i medio despues, el gran descubrimiento de la *polarizacion cromática* por M. Arago, llevaria a este astrónomo-físico a resolver por medio de un pedacito de *spath* de Islandia, las importantes cuestiones de saber si la luz solar emana de un cuerpo sólido o de un envolvente gaseoso, i si los cometas nos envian luz propia de ellos o reflejada.

El igual aprecio de todos los ramos de ciencias matemáticas, físicas i naturales, es la necesidad de una época en la cual la ri-

riqueza material de los estados i su creciente prosperidad están fundadas en el mas ingenioso i mas racional empleo de las producciones i fuerzas de la naturaleza. Una rápida ojeada sobre el estado actual de Europa convence de que, en medio de esa lucha desigual de los pueblos que rivalizan en la carrera de las artes industriales, el aislamiento i una indolente lentitud tienen indudablemente por efecto la disminucion o el aniquilamiento total de la riqueza nacional. Sucede con la vida de los pueblos como con la naturaleza, la cual, segun una feliz espresion de Goethe, «en su impulso eternamente recibido i trasmitido, en el desenvolvimiento orgánico de los seres, no conoce reposo ni detencion i que ha echado su maldicion a todo lo que retarda o suspende el movimiento.» La propagacion de los estudios graves i serios de las ciencias es lo que contribuirá a alejar los peligros que aqui señalo. El hombre no tiene accion sobre la naturaleza, no puede apropiarse ninguna de sus fuerzas, sino en tanto cuanto aprende a medirlas con precision, i a conocer las leyes del mundo físico. El poder de las sociedades humanas, Bacon lo dijo, es la intelijencia; este poder se eleva i se abaja con ella. Pero el saber que resulta del trabajo libre del pensamiento es no solo un goce del hombre, sino tambien el indestructible derecho de la humanidad. Participando sus riquezas, éles muchas veces la compensacion de los bienes que la naturaleza ha repartido con parsimonia en la tierra. Los pueblos que no toman una parte activa en el movimiento industrial, en la seleccion i preparacion de las primeras materias, en las aplicaciones felices de la mecánica i química, los pueblos en que esta actividad no penetra en todas las clases de la sociedad, deben infaliblemente decaer de la prosperidad que habian adquirido. El empobrecimiento es tanto mas rápido cuanto mas los estados limitrofes rejuvenecen sus fuerzas por medio de la feliz influencia de las ciencias en las artes.

Como en las esferas elevadas del pensamiento i del sentimiento, en la filosofia, poesia i bellas artes, el principal fin es un fin interno, el de ensanchar i fecundizar la intelijencia, así tambien el término hácia el cual deben tender directamente las ciencias, es el descubrimiento de las leyes, del principio de unidad que se revelan en la vida universal de la naturaleza. Prosiguiendo la ruta que acabamos de trazar, los estudios físicos no serán por eso ménos útiles a los progresos de la industria, la cual es una conquista de la intelijencia del hombre sobre la materia. Por una fe-

iz conexión de causas i de efectos, muchas veces aun sin que de ello tenga el hombre prevision alguna, lo verdadero, lo bello, lo bueno se encuentran ligados con lo útil. El mejoramiento de las culturas entregadas a manos libres i en propiedades de una menor estencion; el estado floreciente de las artes mecánicas libertadas de las trabas que les imponía el espíritu de corporacion; el comercio agrandado i vivificado por la multiplicidad de los medios de contacto entre los pueblos, he aquí los resultados gloriosos de los progresos intelectuales i del perfeccionamiento de las instituciones políticas en las cuales se reflejan estos progresos. El cuadro de la historia moderna debería convencer a aquellos pueblos cuyo despertamiento parece tardío.

Tampoco temamos que la direccion que caracteriza a nuestro siglo, que la tan marcada predilección por el estudio de la naturaleza i por los progresos de la industria, tengan por efecto necesario el amortiguar los nobles esfuerzos que se producen en el dominio de la filosofía, de la historia i del conocimiento de la antigüedad; ni que tiendan a despojar a las producciones de las artes, hechizo de nuestra existencia, del vivificante soplo de la imaginacion. Donde quiera que, bajo la égida de instituciones libres i de una sabia legislacion, pueden plenamente desarrollarse los jérmenes de la civilizacion, cualesquiera que ellos sean, no es de temer que una rivalidad pacífica dañe a alguna de las creaciones del espíritu. Cada uno de esos desarrollos produce sus preciosos frutos al Estado, tanto los que dan el alimento al hombre i fundan su riqueza física, como los que mas durables, transmiten la gloria de los pueblos a la mas remota posteridad. Los espartanos, apesar de su austeridad dórica, rogaban a los dioses «que les acordasen lo bello con lo bueno.»

No desarrollaré mas estas consideraciones, tan frecuentemente tratadas, sobre la influencia que ejercen las ciencias matemáticas i físicas en todo lo que toca a las necesidades materiales de la sociedad. La carrera que tengo que recorrer es demasiado vasta para que me permita insistir aquí sobre la utilidad de las aplicaciones. Acostumbrado a escursiones lejanas, quizás cometo la falta de pintar el camino como mas traqueado i mas agradable que lo que en realidad lo es; tal es el hábito de los que gustan guiar a los otros hasta las cumbres de las altas montañas. Pondrán la vista, aun cuando una gran estension de llanos quede oculta en las nubes; saben que un velo vaporoso i semidiáfano tiene

un secreto encanto, saben que la imájen del infinito liga el mundo de los sentidos, al mundo de las ideas i de las emociones. Del mismo modo también, desde la altura a que se eleva la física del mundo, el horizonte no se presenta igualmente alumbrado i bien determinado en todas sus partes. Pero lo que pueda quedar de vago i velado no será solamente a consecuencia de la falta de comercio que resulta del estado de imperfeccion de algunas ciencias; sino que aun mas será por culpa del guía que imprudentemente ha emprendido elevarse hasta esas alturas.

Por lo demas, la introduccion al Cósmos no tenia el objeto de hacer valer la importancia i la grandeza de la física del mundo, las que en nuestros dias no son negadas. Solo he querido probar que, sin dañar a la solidez de los estudios especiales, uno puede jeneralizar las ideas, concentrarlas en un foco comun, mostrar las fuerzas i los organismos de la naturaleza como desnudos i animados por un mismo impulso. «La naturaleza, dice Schelling en su poético discurso sobre las artes, no es una masa inerte; ella es, para el que sabe penetrarse de su sublime grandeza, la fuerza creadora del universo, fuerza sin cesar obrando, primitiva, eterna, que hace nacer en su propio seno todo lo que a su turno existe, perece i renace.»

Reculando los límites del globo, reuniendo bajo un mismo punto de vista los fenómenos que presenta la tierra con los que abrazan los espacios celestes, uno se eleva a la ciencia del Cósmos, convierte la física del globo en una física del mundo. Una de estas denominaciones es formada a imitacion de la otra; pero la ciencia del Cósmos no es la agregacion enciclopédica de los mas jenerales i mas importantes resultados que suministren los estudios especiales. Estos resultados no dan mas que los materiales para un vasto edificio; su conjunto no puede constituir la física del mundo, esa ciencia que aspira a hacer conocer la accion simultánea i el vasto encadenamiento de las fuerzas que animan el universo. La distribución de los tipos orgánicos segun las relaciones de latitud, de alturas i de climas, (jeografía de las plantas i de los animales) es tan diferente de la botánica i la zoología descriptivas, como lo es la jeología de la mineralojía propiamente dicha. No debe pues confundirse, por consiguiente, la física del mundo con esas *Enciclopedias de las ciencias naturales* publicadas hasta aquí i cuyo titulo es tan vago como mal trazados los límites de ella. En la obra que nos ocupa, los hechos parciales no serán considerados sino en sus relaciones con el todo.

Cuanto mas elevado es este punto de vista, tanto mas reclama la esposicion de nuestra ciencia un método propio de ella, un lenguaje animado i pintoresco.

En efecto, el pensamiento i el lenguaje tienen entre sí una íntima i antigua alianza. Cuando, por la orijinalidad de su estructura i su riqueza nativa, el lenguaje llega a dar encanto i claridad a los cuadros de la naturaleza; cuando por la feliz flexibilidad de su organizacion, se presta para pintar los objetos del mundo esterior, entónces difunde al mismo tiempo como un soplo de vida por sobre el pensamiento. Este reflejo mútuo es lo que hace que la palabra sea mas que un signo u la forma del pensamiento. Su bienhechora influencia se manifiesta principalmente en presencia del suelo natal por la accion espontánea del pueblo cuya viviente expresion es él. Orgullosa con una patria que se afana por concentrar su fuerza en la unidad intelectual, me plazco en recordar, volviendo a mí mismo, las ventajas que ofrece al escritor el empleo de su idioma propio, el único que él puede manejar con alguna destreza. Dichoso si le es dado, al esponer los grandes fenómenos del universo, beber en las profundidades de una lengua, la cual, desde hace siglos, tanto por el libre vuelo del pensamiento como por las obras de la imaginacion creadora, ha influido tan poderosamente en los destinos humanos.

M. A. M.