

natural solo tengámos que ceñirnos á hacer descripciones exactas, y á verificar hechos particulares. Aunque, como ya tenemos dicho, sea este el fin principal que debemos proporcionarnos desde un principio; con todo, es necesario procurar elevarse luego á cosas mayores y mas dignas de ocuparnos, combinando las observaciones, generalizando los hechos, reuniéndolos por medio de las analogías, y procurando llegar á un alto grado de conocimiento, tal que podamos decidir que efectos particulares determinados dependen de otros mas generales, y comparando la naturaleza con ella misma en sus grandes operaciones, podamos en fin abrirnos nuevos caminos para perfeccionar las diferentes partes de la fisica. Para conseguir el primer fin bastan una memoria feliz, la constancia y la atencion; pero aun se necesita mas para conseguir el segundo, pues que se necesitan ideas generales, un golpe de vista seguro, y un juicio maduro trabajado mas por la reflexion que por el estudio; se necesita en fin esta finura de entendimiento que nos hace comprender fácilmente las relaciones lejanas, reunir las, y formar con ellas una cadena de ideas razonadas, despues de haber valuado en su justo precio las semejanzas y pesado con exactitud las probabilidades.

Esta es la ocasion en que mas necesidad hay de método para dirigir el espíritu de investigacion, no del método de que hablamos ya, el cual no sirve sino para formar una colocacion arbitraria de palabras, pero sí de este método que sostiene el órden propio de las cosas, que guia nuestro oficio, que nos ilumina, dilata los puntos de vista, y nos preserva de estraviarnos. Los mayores filósofos, persuadidos de la necesidad de semejante método, se esforzaron en todos tiempos á prescribirnos sus principios y dejarnos un ensayo de él; pero en unos solo encontramos la historia de sus ideas y pensamientos, y en otros la fábula de su imaginacion: algunos se elevaron hasta el recóndito punto de metafísica, desde donde se pueden distinguir los principios, la relacion y el conjunto de las ciencias; mas ninguno nos comunicó sus ideas acerca de esto, ninguno nos ha dado consejos, y el método de dirigir con rectitud el entendimiento en la marcha de las ciencias está desconocido todavía, habiéndose sustituido ejemplos á falta de preceptos, y empleándose definiciones en lugar de principios, y suposiciones aventuradas en vez de hechos demostrados.

En mi concepto no es difícil echar de ver que en nuestro mismo siglo, en que parece se cultivan las ciencias con esmero, se ha descui-

dado mucho la filosofía, y tal vez mas aun que en otro siglo alguno; puesto que en lugar de ella se colocan las artes que quieren llamarse científicas, y que todo el mundo se afana casi exclusivamente con los métodos de cálculo y de geometría, de botánica y de historia natural, ocupándose en suma con fórmulas y diccionarios. Con esto nos figuramos que se ha aumentado el número de nuestros conocimientos porque se aumentó el de las espresiones figuradas y frases eruditas; mas no nos hacemos cargo que en todas estas artes se encuentran solamente los materiales y preparativos para llegar á la ciencia y no la ciencia misma, no debiendo por lo tanto echar mano de los mismos sino cuando no podamos prescindir de hacerlo, mientras que debemos temer siempre que lleguen á fallarnos en el instante mismo en que queramos aplicarlos á la construccion del edificio.

La verdad, este ente metafísico de que todo el mundo se figura tener una idea clara, me parece á mí que está confundida con número tan considerable de objetos heterogéneos, á cada uno de los cuales se le da su nombre, que de ninguna manera me maravillo sea tan difícil reconocerla. Las preocupaciones y las falsas aplicaciones se han multiplicado á medida que tuvimos hipótesis mas eruditas, abstractas y perfeccionadas;

siendo ahora mas que nunca difícil de reconocer aquello que podemos saber, y de distinguirlo claramente de lo que debemos ignorar. Las reflexiones siguientes servirán por lo menos de aviso en un punto de tanta importancia.

La palabra *verdad* solo produce una idea vaga que jamás se definió con exactitud; mas aun la misma definicion, tomada en un sentido general y absoluto, solamente es una abstraccion que no existe sino en virtud de alguna suposicion. En lugar, pues, de hacer una definicion de la verdad, procuremos hacer una enumeracion de ella; examinemos de cerca aquellas que comunmente se llaman *verdades*, y hagamos lo posible para formarnos ideas claras de lo que realmente es.

Existen muchas especies de verdades, y entre ellas se acostumbra dar el primer lugar á las verdades matemáticas: sin embargo, no son estas mas que verdades de definicion; estas definiciones se fundan en supuestos sencillos, pero abstractos; y todas las verdades de este género no son sino consecuencias compuestas, pero siempre abstractas, de dichas definiciones. Nosotros fabricamos las suposiciones, y las hemos combinado de mil modos diferentes; y esta reunion ó cúmulo de combinaciones es la ciencia matemática, en la cual, por consiguiente, no

hay mas que lo que nosotros mismos hemos puesto; ni las verdades que de ella se deducen pueden ser sino espresiones diferentes con que se esplican y representan las suposiciones de que nos hemos valido: de tal manera, que las verdades matemáticas únicamente son repeticiones exactas de las definiciones ó suposiciones. Si la última consecuencia es verdadera, su verdad estriba en que es idéntica con la anterior, y esta con la que le precede; y así sucesivamente, retrocediendo hasta la primera suposición; y siendo las definiciones los únicos principios en que todo se funda, al propio tiempo que arbitrarias y relativas, deben igualmente serlo todas las consecuencias que de ellas puedan deducirse. Estas pues que se llaman verdades matemáticas se reducen tan solo á identidades de ideas y no tienen realidad alguna: suponemos, discurremos sobre nuestros supuestos, sacamos consecuencias de ellos; y la ilación ó última consecuencia es una proposición verdadera relativamente á nuestra suposición; pero esta verdad no puede ser mas real y efectiva que la misma suposición. No es este lugar de estendernos acerca de los usos de las ciencias matemáticas, ni tampoco sobre los abusos que se pueden hacer de las mismas: bástanos el haber probado que las verdades matemáticas no son sino verdades de

definición, ó bien diferentes espresiones de la misma cosa, y que solo son verdades relativamente á las mismas definiciones que nosotros hemos hecho, por cuya razon tienen la ventaja de ser siempre exactas y demostrativas; aunque abstractas, intelectuales y arbitrarias.

Las verdades físicas, por lo contrario, de ningun modo son arbitrarias ni dependen de nosotros, por quanto en lugar de fundarse en suposiciones que hayamos fabricado, únicamente se apoyan sobre los hechos. Una serie de hechos idénticos, ó si se quiere, una repeticion frecuente y una sucesion no interrumpida de los mismos sucesos, constituyen la esencia de la verdad física, la cual por consiguiente no es mas que una probabilidad, pero tan grande que equivale á la certeza. En las matemáticas se supone; en física se sienta y establece: en aquellas las definiciones sirven de guía; en esta los hechos: procédese de definiciones á definiciones en las ciencias abstractas; camínase de observacion en observacion en las ciencias reales: en las primeras se llega á la evidencia; en las segundas á la certitud. La palabra verdad comprende una y otra, y corresponde por consiguiente á dos ideas distintas: su significacion es vaga y complicada, y no siendo por lo mismo posible definirla generalmente, era preciso;

conforme acabamos de hacerlo, distinguir dos géneros de ella, á fin de podernos formar una idea clara de lo que es verdad.

No hablaré de los demas órdenes de verdades; pues solamente las de la moral, por ejemplo, que en parte son reales y en parte arbitrarias, exigirían una larga discusion que nos alejaria de nuestro asunto, y tanto mas cuanto que las convenciones y probabilidades son el único fin y objeto á que se dirigen.

Infiérese, pues, de lo dicho que la evidencia matemática y la certeza física son los dos únicos aspectos bajo los cuales debemos considerar la verdad; y que si esta se aleja de la certeza ó de la evidencia, no es mas que probabilidad y verosimilitud. Examinemos, pues, aquello que podemos saber de ciencia evidente ó cierta, y despues averiguarémos lo que no podemos conocer sino por conjeturas, y aquello finalmente que debemos ignorar.

Sabemos ó podemos saber de ciencia evidente todas las propiedades ó bien todas las relaciones de los números, líneas, superficies y demas cantidades abstractas; y podrémos saberlas mas completamente á medida que nos váyamos ejercitando en resolver nuevas cuestiones, y con mas perfeccion y seguridad á proporcion que indagemos las causas de las dificultades. Siendo

nosotros los criadores de esta ciencia, la cual no contiene absolutamente en sí sino lo que nosotros mismos hemos imaginado, no pueden tampoco existir en ella oscuridades ni paradojas que sean reales ó imposibles; por manera, que encontraremos siempre su solucion examinando cuidadosamente los principios supuestos, y siguiendo las mismas sendas que se han abierto para llegar á ellos; y como son innumerables las combinaciones de estos principios y de los modos de emplearlos, de ahí es que tenemos siempre en las matemáticas un campo inmenso de conocimientos adquiridos y por adquirir, que podrémos cultivar cuando queramos, y en el cual recogerémos siempre la misma abundancia de verdades.

Estas empero hubieran sido perpetuamente verdades de pura especulacion, de mera curiosidad y absolutamente inútiles, sino se hubiesen encontrado los medios de asociarlas con las verdades físicas: mas antes de considerar las ventajas de semejante union, veamos lo que podemos esperar saber en este género. Los fenómenos que diariamente se presentan á nuestra vista, y se suceden y repiten sin interrupcion y en todas ocasiones, son el fundamento de nuestros conocimientos físicos. Basta que una cosa suceda constantemente de un mismo modo, para

que constituya una certeza ó una verdad con respecto de nosotros: todos los hechos de la naturaleza que hemos observado ó que podemos observar, son otras tantas verdades; de modo, que está á nuestro arbitrio el aumentar su número mas y mas, multiplicando para ello nuestras observaciones, supuesto que en esta parte nuestra ciencia no conoce mas límites que los del universo.

Pero cuando despues de verificados puntualmente los hechos á fuerza de observaciones reiteradas, despues de haber establecido nuevas verdades por medio de experimentos exactos, queremos averiguar las razones de estos mismos hechos y las causas de estos efectos, nos hallamos repentinamente atajados y reducidos á deducir los efectos de otros mas generales, viendonos en la precision de confesar que nos son y nos serán eternamente desconocidas las causas, por cuanto siendo nuestros mismos sentidos el efecto de causas que absolutamente ignoramos, solo pueden de consiguiente darnos ideas de *efectos*, y jamás de *causas*; motivo por el cual será preciso que nos ciñamos á dar el nombre de causa á un efecto general, y á no pretender saber mas.

Estos efectos generales son para nosotros las verdaderas leyes de la naturaleza. Todos los fenómenos que reconociéremos arreglados á estas

leyes y dependientes de ellas, serán otros tantos hechos esplicados y otras tantas verdades conocidas; y aquellos que no pudiéremos referir á dichas leyes, serán meros hechos que deberán tenerse de reserva, hasta tanto que mayor número de observaciones y mas dilatada esperiencia nos enseñen otros hechos y nos descubran la causa física, es decir, el efecto general de que estos efectos particulares se deriven. Aquí es en donde la union de entrambas ciencias, matemática y física, puede ser de muchísima utilidad: la una da el *cuanto*, y la otra el *como* de las cosas; y tratándose aquí de combinar y apreciar probabilidades para decidir si un efecto depende mas bien de una causa que de otra, cuando se ha imaginado por medio de la física el *como*, es decir, cuando se ha visto que tal efecto puede muy bien proceder de tal causa, se aplica luego el cálculo para saber á punto fijo el *cuanto* de aquel efecto combinado con su causa; y si se halla que el resultado esté acorde con las observaciones, la probabilidad que se ha medido con exacta precision adquiere tanta fuerza que se convierte en certeza, cuando sin este auxilio no hubiera pasado de mera probabilidad.

Es verdad que esta union de las matemáticas y la física no puede adaptarse sino á un cortísimo número de objetos, por ser preciso que los

fenómenos que procuramos explicar puedan considerarse de un modo abstracto, y que por su naturaleza estén desnudos de casi todas las calidades físicas, puesto que por poco que estén complicados, no puede aplicárseles el cálculo. La mas bella y feliz aplicacion que jamás se ha hecho de dichas ciencias, ha sido al sistema del mundo; debiendo confesarse que si Newton solo nos hubiese dado las ideas físicas de su sistema, sin haberlas fundado en evaluaciones precisas y matemáticas, hubieran distado muchísimo de tener la misma fuerza: pero tambien se ha de advertir que existen poquísimas cosas tan simples, esto es, tan desnudas de calidades físicas, como esta, porque la distancia de los planetas es tan inmensa, que se les puede considerar á los unos respecto de los otros como si no fuesen mas que puntos. Al mismo tiempo podemos tambien, sin peligro de engañarnos, prescindir de todas las calidades físicas de los planetas, y considerar tan solo su fuerza de atraccion, puesto que por otra parte sus movimientos son los mas regulares que conocemos, y no experimentan ningun retardo por la resistencia. Todo esto concurre á hacer un problema de matemática, de la esplicacion del sistema del mundo, problema al cual solo faltaba para realizarle una idea física felizmente concebida, que consiste en

haber atinado que la fuerza en virtud de la cual caen los graves á la superficie de la tierra podia muy bien ser la misma que retiene á la luna en su órbita.

Pero repito que hay muy pocas cosas en la física á que se puedan aplicar tan útilmente las ciencias abstractas, y casi no veo sino la astronomía y la óptica, á las cuales puedan ser de mucha utilidad: á la astronomía por las razones que acabamos de esponer, y á la óptica porque siendo la luz un cuerpo casi infinitamente diminuto, cuyos efectos se verifican en línea recta con velocidad casi infinita, son por lo tanto sus propiedades casi matemáticas, de lo cual resulta que se las pueden aplicar con alguna utilidad ei cálculo y las medidas geométricas. No hablare de las mecánicas, porque la mecánica *racional* es por sí misma una ciencia matemática y abstracta, de que la mecánica práctica, ó sea el arte de hacer y componer máquinas, no toma sino un solo principio, por el cual se pueden calcular todos los efectos, hecha abstraccion de las colisiones y demas calidades físicas. Por lo mismo, me ha parecido siempre que habia una especie de abuso en el modo con que se enseña la física espermental, no siendo por manera alguna el objeto de esta ciencia aquel que se le atribuye. A las matemáticas pertenece entera-

mente la demostracion de los efectos mecánicos, como de la potencia de las palancas y de las garruchas, del equilibrio de los sólidos y de los fluidos, del efecto de los planos inclinados, de las fuerzas centrifugas, etc.; y pudiendo percibirse la demostracion con la mayor evidencia por medio de los ojos del entendimiento, es en mi concepto supérfluo representarla á los del cuerpo. El verdadero objeto de la fisica es, al contrario, el de practicar toda suerte de experimentos acerca de todas las cosas que no podemos medir por el cálculo, de todos los efectos cuyas causas ignoramos todavía, y sobre todas las propiedades cuyas circunstancias nos son desconocidas: este es el único medio que puede conducirnos á nuevos descubrimientos, en lugar de que la demostracion de los efectos matemáticos no nos enseñará nunca sino lo que ya sabemos (*).

(*) Sin embargo de todo el peso que á semejante opinion haya podido darle el ilustre Historiador de la naturaleza, ha sido del todo contrabalanceado por la razon; y la utilidad de la aplicacion del cálculo á todos los ramos de las ciencias físicas y químicas ha quedado palpablemente demostrada y establecida por sus mas célebres profesores. La dinámica, la hidráulica, la estática, la hidrostática, la pirotecnia, la docimastia, la metalurgia, etc., sacan ven-

Pero este abuso es de poca entidad en comparacion de los inconvenientes en que se tropieza cuando se intentan aplicar la geometría y el cálculo á objetos cuyas propiedades no son comparables de su asociacion con las matemáticas, que seria sumamente largo y fastidioso el recorrer. No solamente la acústica sigue, al par de la óptica, apoyándose con fruto en ellas; no tan solo el cálculo sirve para hacer palpables las leyes que gobiernan á la inmensa máquina del universo, por medio de su aplicacion á la atraccion de gravedad ó planetaria: sino que tambien la atraccion molecular ó química, la fuerza con que tienden á unirse los átomos similares y las moléculas heterogéneas de la materia para formar los diversos é innumerables cuerpos de que se compone el vasto planeta en que habitamos, jamás se hubieran podido manifestar debidamente sin el auxilio del cálculo; como ni tampoco las leyes que presiden á la inmensa variedad de fenómenos eléctricos, magneto-eléctricos, y de combinaciones, descomposiciones y reacciones, que se verifican siempre por sendas fijas é invariables, y bajo proporciones determinadas y constantes, aunque con toda aquella variedad que es susceptible de imprimir el inmensurable poder y recursos de la naturaleza. Ninguna verdad hay tan conocida por los que se dedican á estas ciencias, y que menos necesite de probarse: y en tanto es certísimo que el cálculo matemático, en vez de no enseñarnos sino lo

ce mos suficientemente para poderlos medir: en todos estos casos nos vemos obligados á hacer suposiciones contrarias siempre á la naturaleza, y á despojar la cosa de la mayor parte de sus calidades, haciendo de ella un sér abstracto que no se parece ya en nada al sér real; y cuando se ha discurrido y calculado mucho acerca de las relaciones y propiedades de este sér abstracto, y llegado á una conclusion igualmente abstracta, creyéndose haber hallado alguna cosa real, se traslada este resultado imaginario al sugeto efectivo, y se produce en ello una infinidad de consecuencias falsas y supuestos erróneos.

Este es el punto mas delicado é importante del estudio de las ciencias: saber distinguir bien lo que real y efectivamente hay en una cosa de lo que la atribuimos arbitrariamente que ya sabemos, sirve al contrario de muchísimo recurso al experimento físico, y aun le adelanta muchas veces con sagacidad; como que (para no multiplicar ejemplos ya sabidos) el diferente poder de refraccion de los cuerpos habia ya indicado á Newton que el diamante y el agua debian ser cuerpos compuestos y eminentemente combustibles, lo mismo esta última que el primero, muchísimo tiempo antes que la química operatoria intentase demostrarlo con sus experimentos decisivos.

cuando la examinamos, y reconocer con claridad las propiedades que le pertenecen y las que son debidas á nuestra imaginacion, es en mi concepto el fundamento del verdadero método de dirigir nuestro entendimiento en las ciencias; de modo, que si nunca se perdiese de vista este principio, no se cometeria ningun desacierto y se evitaria incurrir en aquellos errores científicos que frecuentemente se reciben como verdades; se verian desaparecer las paradojas y las cuestiones insolubles de las ciencias abstractas; se reconocerian las preocupaciones y las incertidumbres que nosotros mismos introducimos en las ciencias reales; entonces podríamos entendernos en cuanto á la metafísica de las ciencias; se acabarían las disputas, y nos reuniríamos para ir por un mismo camino en seguimiento de la esperiencia y llegar por fin al conocimiento de todas las verdades á que pueden estenderse los limites del entendimiento humano.

Cuando los asuntos son demasiado complicados para que puedan aplicárseles con utilidad el cálculo y las medidas, como efectivamente lo son casi todos los de la historia natural y de la física particular, me parece que el verdadero método de dirigir al entendimiento en estas investigaciones consiste en recurrir á las obser-

vaciones , reunir las , hacer otras nuevas y en número bastante crecido , á fin de cerciorarnos de los hechos principales , no echando mano del método matemático sino para graduar las probabilidades de las consecuencias que pueden deducirse de estos hechos. Sobre todo es preciso procurar generalizarlos y distinguir cuidadosamente los que son esenciales de los que no son sino accesorios al asunto que examinamos , y unirlos en seguida por medio de las analogías , confirmando ó destruyendo ciertos puntos equívocos , ayudados de los experimentos , y formar un plan de esplicacion acerca de la combinacion de todas estas relaciones , presentándolas en el orden mas natural. Este orden puede tomarse de dos modos : ó bien subiendo de los efectos particulares á otros efectos mas generales , ó bajando , al contrario , de lo general á lo particular : entrambos son buenos , y la eleccion del uno ó del otro depende mas bien del ingenio del autor que de la naturaleza de las cosas , puesto que todas pueden tratarse igualmente bien de uno ú otro de ellos. Vamos á presentar ensayos de este método en los discursos siguientes de la *Teoría de la tierra* , de la *Formacion de los planetas* , y de la *Generacion de los animales*.

TEORIA DE LA TIERRA.