

to, por más que no la ejerza por ahora; cuando cae, tiene energía actual. Un cuerpo lanzado á lo alto, gasta la energía actual de la proyección y acumula energía potencial. Anadamos otro ejemplo más: al que tenga la capacidad de levantar cien libras, si pone en disposición actual una fuerza suficiente para levantar 40 libras, su energía actual es igual á 40 libras, y su energía potencial son 60 libras; cuando hace un esfuerzo para levantar 90 libras, su energía potencial ha bajado á 10 libras; cuando se presta para levantar 100 libras, es igual á cero. Un enfermo privado de sus fuerzas tiene una energía virtual insignificante.

Así, pues, sucede en toda la naturaleza. La suma de las fuerzas vivas ó actuales y de las tensiones es constante, trocándose unas por otras sin que la suma total varíe. Cuando desaparece fuerza viva, nace la misma cantidad de tensión, y viceversa, una tensión que se consume, ó sea una provisión de trabajo, es sustituida por una cantidad igual de fuerza viva, ó sea trabajo efectuado. Estas dos cantidades de trabajo forman en todo el universo una suma constante de fuerza, siendo tan imposible que en la naturaleza tensión ó movimiento *nasca de nada*, ó á nada se reduzca, como lo es que por procesos naturales se cree ó se aniquile materia. Todos los fenómenos del universo material consisten en manifestaciones alternativas de la energía, ó dígase de la tensión y del movimiento. La fuerza, una vez existente en la totalidad de los cuerpos, es tan permanente como la materia universal; pero su *origen primordial* no puede explicarse, así como no puede explicarse el de la materia sino por un acto creador.

Con lo dicho tenemos expuesta en sus razones esenciales la teoría mecánica de la equivalencia. A quien su idea pareciese desde luego despreciable por lo sencilla, se le debería recordar con razón el huevo de Colón.

145. ¿Qué hemos, pues, de pensar de la teoría propuesta? Nadie, por cierto, dejará de reconocer que la ley de la conservación de la fuerza expresa hechos efectivos que tienen importancia incalculable para la explotación de las fuerzas naturales en los diferentes trabajos mecánicos, y cuya transcendencia era hasta ahora poco menos que desconocida. La ciencia natural se ha hecho acreedora por este descubrimiento á la mayor gratitud.

Sin embargo, el reconocimiento que debemos á la teoría no deberá arredrarnos impidiéndonos examinar sin prevención su importancia, si la tiene, para la concepción filosófica de las cosas, y señalar las suposiciones arbitrarias, ó acaso erróneas, que en ella se hubieren ingerido.

*Primero:* No alcanzamos á comprender por qué la distinción de energía potencial, ó sea cantidad de tensión, ó provisión potencial

de trabajo, ó trabajo acumulado ó posible, y de energía actual ó dinámica, ó cantidad de fuerzas vivas, ó trabajo prestado, distinción establecida en el sentido que algunos físicos modernos le dan, haya de tener importancia extraordinaria para una inteligencia profunda de la naturaleza, es decir, del *substratum* de los fenómenos naturales. No pretendemos con esta objeción formular la más leve censura contra la teoría misma.

Antiguamente se entendía por fuerza viva (energía dinámica) la energía de que una masa movida, una bala disparada, una piedra que cae, está dotada en virtud de su movimiento mismo; pero donde quiera que no se percibiese ó no se supusiera movimiento en los cuerpos, se hablaba de fuerza en reposo ó fuerza muerta. Por fuerza en reposo pasaban, por ejemplo, la gravedad de un martillo sostenido en alto; la atracción que la tierra ejerce sobre los objetos, cuales son casas, árboles y seres vivientes, que se hallan en su superficie; la tensión de vapores encerrados; la fuerza dilatante del calor y la muscular que aprieta ó levanta. Más tarde caducó esta distinción, realmente con razón, aunque, según nos parece, por un argumento formalmente erróneo; de manera que algunas de las fuerzas que los antiguos creían estar en reposo, se agregan ahora á las vivas. Dijimos por un argumento erróneo; pues manteniendo la suposición de aquella distinción insostenible, á saber: la de que sólo el movimiento actual merecía el nombre de energía actual, creyóse poder probar la acción de movimiento efectivo en todos los fenómenos citados, opinión, según ya advertimos, á todas luces equivocada. En lugar de emplear el término "movimiento, creemos debía haberse hablado de acción en un concepto general, y se hubiera dado en el blanco.

¿Acaso no se ejerce acción, ó bien trabajo en cierto sentido, por el golpe, la presión, el choque, la tensión y la dilatación? Si bien no podemos señalar movimiento en la tensión del vapor, tenemos precisamente una acción tal *como si* las partículas del vapor dieran continuamente con gran velocidad contra las paredes de la caldera. Sería seguramente muy atrevido querer ver un movimiento efectivo en la presión muerta é ineficaz de una masa en reposo sobre su base ó sobre las paredes de su receptáculo; sin embargo, el efecto producido por ella no difiere del que resultaría del movimiento ejercido por sus partículas si diesen contra el sostén ó las paredes, aunque neutralizado por los movimientos opuestos de las partículas de esos obstáculos materiales. En todos estos casos nos las tenemos con fuerzas activas que no puede decirse que no produzcan nada más que movimiento, pero sí que producen movimiento ó un equivalente suyo.



De este modo se ha llegado ahora á tomar la noción de la fuerza en reposo ó tensión (llamada también energía potencial) en un sentido mucho más restringido, designando por tal nombre sólo la aptitud de las masas para ser eficaces ó vivas cuando las circunstancias lo consientan. Si se separan, por ejemplo, el carbono y el oxígeno, tienen la energía potencial para volver á unirse, produciendo calor. Entendida así, nuestras minas de hulla por un lado y el carbono del aire que respiramos, son un acopio inmenso de energía potencial. Si el cuerpo reposa en la superficie de la tierra, no tiene energía alguna, no es un caudal de trabajo, porque no puede seguir cayendo. Pero cuando se cuelga el mismo cuerpo á cierta altura sobre el suelo, posee energía potencial, pues tiene la capacidad del movimiento, aun sin ejercerla. Un cuerpo arrojado á lo alto gasta la energía actual de la proyección, acumulando energía potencial. Cuando ha alcanzado la mayor altura su energía actual está exhausta, y su energía potencial está en el máximo de su vigor.

Sin embargo, aun á esta modificación de la teoría debemos replicar que si la distinción establecida nos parece buena para el técnico, puesto que le habilita para no errar el caudal de fuerza necesario para un trabajo proyectado, no le concedemos la misma importancia para la inteligencia de la verdadera esencia de las cosas. Pues hablando científicamente, ¿no es la energía potencial que llaman una fuerza tan real y viva como la que se distingue por el nombre de actual? Porque lo que más tarde parece como fuerza viva no lo es menos antes, aunque bajo otra denominación, sea como movimiento, sea como un equivalente del movimiento.

Hay un punto obscuro también aquí en los fenómenos de atracción. Preguntarás acaso: ¿Dónde está aquí el trabajo? ¿Acaso ha de ser la débil presión con que el cuerpo  $V$  es atraído desde gran distancia por el  $T$  hacia  $T$ , la que después se convierte en el rápido movimiento? Contestamos que no es la presión sólo, sino, á más de ella, el movimiento que, merced á la influencia de  $V$  y  $T$ , existe en las partículas etéreas interpuestas entre ambos cuerpos. El que todas las cosas corpóreas se encuentren sin cesar en la actividad actual que en ellas observamos, proviene muy naturalmente de que las condiciones de su actividad están siempre dadas. Por esta razón la antigua escuela, según observa KLEUTGEN, atribuía con ARISTÓTELES á todas las cosas naturales, sin eximir los elementos, no sólo acción en general, sino una acción nunca interrumpida<sup>1</sup>. Las cosas naturales forman de continuo su tipo cuan-

<sup>1</sup> *Filosofía antigua*, núm. 736.

titativo, sostienen la persistencia en su estado y comunican reguladamente de lo suyo á otras cosas. En la energía de inercia de todo cuerpo tenemos la cantidad más variable. Pues cuanto mayor es la influencia que el cuerpo recibe de afuera, tanto más movimiento debe producir para mantenerse en su situación dada; y cuanto más acrece esta energía de defensa, tanto más apto es el cuerpo para operar cambios en los demás. Esto es lo que nuestros físicos denominan "fuerza", la cual consiste en que el cuerpo es habilitado por influencias externas para producir á su vez nuevos y visibles efectos en torno suyo. Repetámoslo pues: toda energía ó trabajo prestado en la naturaleza es actual ó efectivo; sólo con respecto á ciertas clases de efectos que por de pronto no se realizan, pero que en circunstancias dadas pueden realizarse, llámase la energía potencial ó provisión de fuerza. En el cuerpo que cae existe tan seguramente provisión para ejercer presión eventual, como el cuerpo en reposo está provisto de fuerza para desarrollar movimiento.

El peso que descansa sobre una estaca que ha de hincarse en la tierra tiene energía actual por la presión que ejerce, y puede llegar á ser potencial para fijar la estaca en el suelo firme; para que sea disponible para esta acción determinada es preciso levantar el motor: entonces la actividad permanente de la gravedad puede adicionarse á una velocidad mayor, recibiendo la presión del peso que cae, convertida en energía actual, un poder suficiente para el efecto deseado.

**146.** Repetámoslo una vez más: la distinción establecida recientemente entre provisión de trabajo y fuerza viva está bien fundada en la realidad de las cosas; hacíase ya en la filosofía peripatética, donde se discernía el *impetus* (fuerza viva) y el *nisus ad motum* (tracción ó presión); no es despreciable su utilidad para la mejor inteligencia de los fenómenos de la naturaleza, siendo de importancia singular cuando se considera la fuerza natural con atención á su aptitud para un efecto determinado, y la multiforme técnica de la industria y las artes hace bien en sacar todo el provecho posible de esa distinción; pero en orden á lo interior de la naturaleza, la ley de la conservación de la fuerza es guía menos experta. La filosofía de la Edad Media bien puede afirmarse que ahondaba más en esta misma materia cuando consagraba su atención á la diferencia de la capacidad de obrar en general—*potentia*—ó fuerza todavía no empleada, y la acción—*activitas*—ó fuerza utilizada para algún efecto. Pues donde quiera que los pensadores de la escuela antigua notaban una actividad actual creían ser lógicamente forzosa una capacidad potencial, es decir, algo apto para obrar, para producir, pero aún no de suyo necesaria.



mente productivo. De esta suerte vemos en el interior de las cosas un ser dotado de capacidades.

Mas he aquí un punto expuesto á los más violentos ataques desde que la corriente de la ciencia natural se desvió en actitud hostil de la Filosofía; aludimos á la doctrina de la posibilidad y realidad (*potentia y actus*), puesta en lugar conspicuo en la escuela peripatética. Algunos, entre los que vemos á T. A. LANGE, tienen á la "posibilidad, á la "capacidad", y en general á todo momento "potencial", por torpe confusión de cosas objetivas y subjetivas. "El error fundamental consiste en que el concepto de lo posible, de lo δυνατόν, que por su naturaleza es una suposición meramente subjetiva, se introduce en las cosas mismas". "En la naturaleza que no conoce más que realidad, no hay lugar para la posibilidad."

La refutación de semejantes objeciones ofrece ocasión oportuna para dilucidar aún más el concepto de la fuerza, que fué el que pensábamos esclarecer en este lugar. OTTO LIEBMANN ha tenido recientemente el valor de romper una lanza por el concepto de la δύναμις aristotélica. Dicese—éste es el extracto de la argumentación de un escritor á quien no se tildará de parcial—que el concepto de la δύναμις y de lo δυνατόν es el concepto falsamente objetivado de un efecto que, según nuestra experiencia y opinión, puede realizarse cuando á las condiciones principales dadas se agreguen todas las condiciones accidentales favorables, siendo una idea subjetiva no más. No es cierto esto. La δύναμις es, al contrario, una tendencia inherente á las cosas mismas hacia una acción que, estando aún parada (como la tendencia que el muelle espiral tiene al movimiento, ó la tendencia al desarrollo en la semilla seca), se convertirá en un efecto en cuanto se cumplan las condiciones precisas, y que aun antes de su cumplimiento *intenta* actualizarse. Replicase: pues esa capacidad real no es ciertamente un hecho observado, sino una hipótesis interpretativa, y de consiguiente, bien ponderada, nada más que una *idea* nuestra de semejante capacidad: en resolución, una idea subjetiva. Tampoco es cierto esto. Inercia, masa, densidad y otros atributos fundamentales de lo existente en el espacio, de cuya aplicación objetiva no hay ciencia natural imaginable, son en el mismo sentido conceptos puramente subjetivos; quien concede á *estos* conceptos aplicabilidad objetiva no tiene derecho á negársela á *aquel*. Aun podría objetarse lo siguiente: aplácese al decantado ideal de las ciencias naturales para la resolución de todo suceso físico en la mecánica pura de los átomos, y añádese que en cada mo-

<sup>1</sup> Geschichte des Materialismus, I, pág. 164.

mento de la evolución natural de las cosas no existe sino una sola constelación real de los puntos atómicos, la cual, procediendo de otras constelaciones no menos efectivas, debe originar constelaciones igualmente reales; por tanto, cada una de las constelaciones es real, y no caben posibilidades de ninguna clase en la naturaleza. "Aquí, dice LIEBMANN, si no fuera indecoroso para el filósofo, se me acabaría la paciencia y contestaría: con la teoría atómica, que está compuesta nada más que de conceptos hipotéticos y productos subjetivos del cerebro, no se da un paso seguro sin la noción de la δύναμις". Por nuestra parte, no tenemos por qué seguir á LIEBMANN por ese camino. No le falta razón cuando afirma que el concepto dinámico figurará siempre en el inventario de las nociones físicas preliminares como pieza imprescindible. En todas partes notamos que la realización actual de un fenómeno natural, y las condiciones en que se verifica, no dependen, únicamente de las cualidades de una sola cosa, sino del mismo modo que la necesidad de toda acción en la naturaleza estriba en las relaciones mutuas de dos ó más cosas; así, el que la haya de obrar de esta, y no de otra manera, está también en la naturaleza de aquella otra cosa á la que esa acción se dirige; mídese además la intensidad de la influencia que cada una ejerce, parte por esa misma relación con el carácter particular de su contricante, parte por la distancia á que se encuentra de ella, y en fin, por condiciones del momento. Sin embargo, aunque de esta manera en todo ser no se da su operación actual hasta el instante mismo en que se ejerce, la ciencia se ve precisada á señalar á todas las cosas un poder determinado para obrar inherente á cada una de ellas. De manera análoga hablamos también de una facultad especial de nuestra alma para querer, odiar, aborrecer y anhelar, llamándola voluntad. No ignoramos que el amor y el odio no se hallan actualmente desde un principio en nuestro ánimo, donde esperen el objeto hacia el que se puedan enderezar, pues no naocen sino en el momento en que nuestro ser se pone en contacto con otro. Pero no por eso dudamos que la capacidad para querer y amar mora constante en nuestro interior, es decir, que en nuestra alma hay una potencia que, en mediando determinadas condiciones, pasa á la actualidad de aquellos sentimientos. El sabio naturalista coloca de la misma manera en el interior de los elementos corpóreos la capacidad que adquieren para obrar, en cuanto se cumplen aún ciertas otras condiciones, como fuerza ó δύναμις de acción determinada; nosotros la concebimos como cualidad oculta ó tendencia hacia una acción determinada, que duerme inactiva hasta que el

<sup>1</sup> Ideas y hechos. Strassburg, 1882. Cuad. I, pág. 12.



cumplimiento de otras circunstancias la despierta ó mueve á manifestarse.

Vemos, pues, cómo el antiguo concepto de la *divina* nos permite levantar una punta del velo que cubre la esencia interna de las cosas, haciéndola parecer á nuestros ojos dotada de poder para acción fecunda y realidad cabal, mientras que la teoría moderna de energía potencial y actual permanece en la superficie.

Esto es lo *primero* que tenemos que decir de la gran conquista cuyo valor venimos discutiendo.

**147.** Segundo: la teoría mecánica de la equivalencia expone á pensadores incautos á formar un concepto falso de la fuerza, dificultando esencialmente la comprensión de la naturaleza.

JULIO ROBERTO MAYER habla como si viera en la fuerza un sujeto vagabundo que con variar á guisa del camaleón, siguiese siendo el mismo sin temer la destrucción. "Para el sistema natural moderno, dice DÜHRING, el concepto de una fuerza natural como de una cantidad determinada, es una idea fundamental. Su contrario forma la ficción de causas de una producción inagotable de cantidades de acción finitas, siendo en realidad así que la fuerza misma, como la materia, existe en una cantidad finita, aunque puede cambiar la forma en que se presenta, variar la acción y trasladarse de un punto á otro". Así hay naturalistas que hablan de la conservación de la fuerza como si algo misterioso vagase de un cuerpo á otro, fingiendo que el mismo algo que disfrazado de movimiento impulsó la bala se desenvuelve, al chocar con la coraza, para calentar la bala y la coraza, convertido por su mayor parte en calor.

Contra estos asertos es preciso hacer constar que ni la experiencia ni la observación los confirman, puesto que se satisface plenamente al hecho citado presuponiendo que el calor y el rozamiento son cuantitativamente equivalentes del movimiento anterior, sin que hayan de ser necesaria é individualmente idénticos. La fuerza de inercia de la bala había cobrado una energía grande mediante la velocidad adquirida en el cañón, desarrollando mucho movimiento en poco tiempo; cuando da contra un obstáculo con su enorme velocidad, el resultado más natural sería una asimilación de los estados de movimiento en la dirección de la bala; pero como el objeto en que dió no puede seguir el rápido vuelo del proyectil, ó al menos no con la misma velocidad, la acción debe adoptar otra forma, pareciendo en su mayor parte bajo la del calor. Pues ¿cómo hemos de figurarnos aquel algo que tiende á comunicarse? No es fácil que ocurra á nadie decla-

<sup>1</sup> Historia de los principios de la mecánica, 2.<sup>a</sup> edic. Leipzig, 1877, pág. 444.

rarlo por una substancia. Sería, pues, un accidente, esto es, un ser que por su propia naturaleza está destinado á existir en otros, y del que la escolástica decía con razón: *Accidens de subjecto in subjectum migrare nequit*. Pero, dícese, fuerza es movimiento; éste podrá emigrar con seguridad. Si se entiende esa emigración en sentido impropio, queriendo decir que en el segundo cuerpo nace un movimiento equivalente al del primero, nada puede objetarse á tal idea. Pero si se insiste en hacer pasar algo individual é idéntico siempre á sí mismo de un cuerpo á otro, bastará tener una idea medianamente clara de lo que es el movimiento para comprender lo inadmisibile de tal afirmación<sup>1</sup>.

La ciencia debe rechazar decididamente semejantes fantasías. Entreguemos á los técnicos la transhumante "fuerza", con su aire voluble, pues en la ciencia no sirve más que para hacer el papel de una metáfora auxiliar. Está visto que esta corrección forzosa da un carácter totalmente distinto á la tantas veces probada conservación de la fuerza. El término empero de *teoría de la equivalencia*, usado también en la Física, parece denotar la verdad de las cosas. Mas aún no hemos concluido.

**148.** Sabido es que, desde el tiempo de MEYER, los físicos suelen sustentar la ley de la conservación de la fuerza en una base metafísica. "De nada, nada viene", dicen. Creemos que esta perentoria frase necesita también ser rectificada.

Justa y cierta es esta proposición, como se la tome en el sentido de que ningún ser total procede absolutamente de nada. Pero hay cosas que nacen; por ejemplo, los diferentes animales. Consideradas por su lado material, estas cosas no nacen ciertamente, sino que ya existen. Pero contempladas por su parte formal nacen ciertamente de nada á cada momento, exigiendo su nacimiento sólo aquella equivalencia ó fuerza que basta para producirlos, ó hablando más concretamente: el principio que determina á éste ó aquel animal á ser animal, no existía antes que el animal existie-

<sup>1</sup> A título de rareza concedemos aquí un lugar á la opinión de COLINGO. Este autor deriva la invariabilidad cuantitativa de la fuerza de la inmutabilidad del ser divino. «Las fuerzas naturales son seres espirituales é inmatrimales, de cuya presencia no tenemos más conocimiento que el que su dominio sobre la naturaleza nos revela, siendo, como tales, superiores á todas las cosas materiales. Ahora, como es evidente que la sabiduría que observamos y admiramos en la naturaleza, no se manifiesta sino por esas fuerzas, éstas deben estar relacionadas con el poder espiritual, incorpóreo é intelectual que dirige el curso de la naturaleza. Si es así, no pueden ser mortales ni perecederas, y es preciso considerarlas como absolutamente indestructibles.» (Así es la cita de FRENDEL, *Calor, género de movimiento*, Traducido al alemán por HELMHOLTZ y WIEDERMAN, pág. 21). COLINGO está en un error semejante al que padecía DESCARTES. No es lícito trasladar inmediatamente á Dios la causalidad eficiente que se manifiesta en la naturaleza. Dios, ser sapientísimo, que creó las cosas, las ha dotado también de fuerzas, poniendo en ellas mismas la causa próxima de su modo particular de obrar. Por esta razón conviene explicar los fenómenos por las cosas visibles en que parecen, y no inmediatamente por Dios. Esta es la doctrina unánime de los antiguos maestros.



ra, pues los animales de que desciende no tenían sino la fuerza de producirlo. Esto es lo que sucede en todos los casos. El movimiento con que la tierra es lanzada en su carrera en torno del sol no existía aún ayer de riguroso modo numérico, ó para hablar con los filósofos, entitativo, habiendo existido en el movimiento de ayer sólo una equivalencia respecto del de hoy. Si no naciera en la naturaleza nada que no hubiera ya existido antes en condiciones idénticas, habría que negar toda sucesión, toda mudanza real, la cual acontece cuando si una cosa se ha de otra manera que antes, ó si pasa de un estado ó modo de ser á otro. Es preciso, por tanto, que en toda mudanza distingamos de lo que permanece y se transmite, aquellos dos estados ó modos de ser que se suceden. Los pensadores sagaces de la antigüedad consideraban, al tratar de la mudanza, unas veces el sujeto *con* las determinaciones que pierde y recibe, por ejemplo, el agua fría y caliente, la gallina y el pollo, y otras consideraban sólo las determinaciones, por ejemplo, el calor y el frío, ó el principio vital del pollo. No afirmaban de éstas que fuesen *cosas* que naciesen de nada, pero sí estaban muy persuadidos de que era algo real lo que *en* la materia nacía *de nada*. Según esto, en toda generación algo empieza á ser que antes no era. «La generación, dice con acierto el P. KLETTGEN, es una transición del no ser al ser, aunque sólo del *no-ser-eso* que se engendra.», Engendrar al león quiere decir producirlo de algo que no es león, y no de lo que no es de ningún modo. Pero aquel modo determinante de ser que hace que esta materia sea ahora león, nace simplemente (*confiebat*) cuando el león nace (*fiebat*) no habiendo existido antes.

Si bien, según acabamos de ver, el axioma de que de nada nada procede, se anuncia por MEYER y otros físicos con una generalidad indeterminada que no le compete, la ley de la conservación de la fuerza es inconcusa, enunciando brevemente que en todos los fenómenos naturales se conservan y se permutan, no sólo la materia, sino también aquellos estados materiales que en el principio del mundo fueron, como la materia, creados en una cantidad determinada.

**149.** La cuarta de las observaciones que nos permitimos hacer, se refiere á la supuesta novedad de esta célebre teoría. El punto de vista, ó mejor dicho, el haberlo bien considerado y explotado, es lo nuevo en ella; por lo cual no pensamos mermar en un ápice el merecimiento de los varones á cuyos nombres va unida la ley de la conservación de la fuerza. Pero el hecho mismo que tan nuevo parece, observado desde ese punto de vista recién descubierto, era en substancia ya conocido de los antiguos. La ciencia no ha tenido que esperar seguramente los decenios que acaban de transcurrir para reconocer, por ejemplo, que un cuerpo sumergido en el

agua pierde tanto peso como la vasija y el agua juntas ganan; de modo que la eficacia de la gravedad no ha menguado nada, aunque el brazo que sostiene aún el cuerpo se siente descargado. En forma general, por cierto muy vaga, la ciencia sabía tiempo ha que las «fuerzas», de la naturaleza no desaparecen, sino que cambian sólo la forma de su acción. Hasta el mundo profano de los iliteratos sabe desde hace miles de años que si el hombre toma poco alimento, esto es, si recibe poca fuerza, no se halla con aptitud para gastar fuerza por medio de trabajo mecánico.

Tocante á los sabios de la Edad Media, remitimos al lector á las indicaciones que hicimos arriba. Los pensadores de la escuela antigua adoptaban en substancia la concepción, bastante exacta, de la fuerza actual en la naturaleza, tal como se la legó ARISTÓTELES, aquel varón que dió cierto remate á los esfuerzos intelectuales de los antiguos griegos. Es preciso confesar que por este conducto se insinuaron bastantes errores en la ciencia física de los siglos posteriores. Pero los grandes descubrimientos de la Edad Moderna se ajustan tan perfectamente á las ideas fundamentales antiguas, que éstas parecen el plan ó la traza por la que los investigadores hubieran podido guiarse. Los antiguos no tenían conocimientos naturales tan detallados como la Edad Moderna tiene á gloria poseer. Entonces la misión principal de los sabios consistía en hacer al espíritu humano, en cuanto fuera posible, dueño de la ciencia de las verdades suprasensibles y sobrenaturales, tarea á cuyo lado debía parecer oficio accesorio la investigación curiosa de la naturaleza. Por esto tienen el mérito de haber reconocido bien los principios profundos del mundo creado.

Entre estos principios contamos todos los momentos esenciales que constituyen la ley de la conservación de la fuerza.

**150.** Ante todo los peripatéticos enseñaban, según ya vimos, que toda acción de las cosas naturales se realiza excitada y acompañada por movimiento en el espacio, y aun que el movimiento es tan esencialmente necesario para la acción de los cuerpos como lo es para su naturaleza la extensión y continuidad <sup>1</sup>.

La distinción entre potencialidad (*potentia*) y energía actual (*activitas*) era corriente entre ellos. No les era tampoco extraña la distinción entre la provisión de fuerza (*nisus ad motum*) y fuerza viva (*impetus*).

Después también la idea capital de toda la teoría es genuinamente aristotélica. La idea de que la cantidad de fuerza que co-

<sup>1</sup> Véase el comentario de Santo Tomás, in *libros Physic.*, lib. 8, lect. 14: «*Augmentationem omnem præcedit alteratio, et omnem alterationem præcedit motus localis; loci mutatio est principium alterationis*», etc.



opera en todos los fenómenos y es el fundamento de toda acción física debía ser, como la materia, exenta de aumento y disminución, se suscitó en la mente de R. MAYER, por primera vez, de la consideración metafísica de que la fuerza mecánica, así como cualquier otra cosa, no podía nacer de nada. La escuela antigua formuló esta misma idea, acaso algún tanto más correctamente, diciendo que en la naturaleza el efecto debe ser proporcionado á la causa <sup>1</sup>.

Recordemos aquí de paso que la antigua filosofía sostuvo siempre una diferencia real entre la materia misma y las proporciones cuantitativas, considerando éstas, lo propio que el movimiento, como efectos de una fuerza, mientras que la materia había de pertenecer al sujeto del cual parte el impulso. Excusado es ponderar qué bien viene á concordar aquí otra vez la doctrina antigua con las enseñanzas de la física moderna.

**151.** En un período posterior habían caído en completo olvido y desprecio las doctrinas de los aristotélicos sobre la importancia del movimiento mecánico para la física y sobre la *qualitas occulta*, el *appetitus innatus* y el *impetus*.

Grandes elogios merece, ciertamente, la ciencia natural moderna por haber explotado la parte mecánica de los fenómenos naturales con tanta diligencia y tanto éxito. Mas se engañaría quien creyese que había lanzado del fondo de la pistola, como dice HEGEL, esa grandiosa mecánica de la naturaleza. Su descubrimiento debe más bien considerarse como fruto del desarrollo total de las indagaciones físicas modernas.

Observamos ya que los peripatéticos distinguían entre el *impulsus* y el *nisus ad motum*, ó bien entre el efecto originado por un pequeño choque y la mera presión. GALILEO se figuraba en el choque un cálculo de impulsos elementales, y designaba la presión como *peso morto*.

LEIBNITZ llamaba fuerza viva á la que había entrado en acción, oponiéndole como fuerza muerta la presión ó tracción pura <sup>2</sup>. De

<sup>1</sup> Los axiomas referentes á esta idea eran: «Effectus gerit similitudinem suae causae; omne quod fit, fit á sibi simili; omne agens intendit assimilare sibi passum; omne agens producit tibi simile; omne agens producit effectum sibi proportionatum; in nihilum nil potest resolveri».

Allí donde Santo Tomás quiere demostrar que ningún ser natural puede producir nada de nada, dice: «Omne agens quod agit in quantum movetur, de necessitate movet illud, in quod agit (factum enim et passum consequitur dispositionem facientis et agentis, eo quod omne agens agit sibi simile; unde, si agens non in eadem dispositione se habens agit, in quantum per motum variatur oportet quod etiam in patiente et facto quaedam renovatio dispositionum fiat, quod sine motu esse non potest). Omne autem corpus non movet nisi motum. Nihil igitur fit á corporis actione nisi per motum vel mutationem facti. Creatio autem non est mutatio nec motus. Igitur nullum corpus potest aliquid producere creando. (Summ. c. gent., l. 2. c. 20.)»

<sup>2</sup> El *peso morto* y la *fuerza muerta* de LEIBNITZ bajaron, poco después de la muerte de su autor, al sepulcro bien merecido del olvido. Así como LEIBNITZ engendraba las líneas de una acumulación infinita de puntos, así quería desarrollar la fuerza viva de la reiteración infinita de lo que llamaba

acuerdo con esta distinción establecida por LEIBNITZ entre fuerzas vivas y muertas, se designó como *principio de la conservación de las fuerzas vivas* la proposición de HUYGENS, que afirmaba la igualdad de las ascension de los cuerpos en estado estáticamente asociado ó en el libre hasta la altura de caída. Desde entonces la fuerza viva ha tenido carta de naturaleza en el tecnicismo de la ciencia para expresar el producto medio de la masa por el cuadrado de la velocidad ( $T = \frac{mv^2}{2}$ ). Recientemente DÜRRING ha recordado una

vez más, qué cerca anduvo LEIBNITZ de la teoría de la equivalencia moderna. «Adoptando LEIBNITZ la descomposición galileana del golpe en un número infinito de impulsos elementales, y combinándola con las leyes del golpe formuladas por HUYGENS y otros, logró fijar la idea general, no muy lejana, de que el desarrollo de la fuerza viva y el gasto de la fuerza activa en el obstáculo son procesos concomitantes. De esto había de desprenderse para el golpe la consecuencia lógica: lo que las partes pequeñas absorben no es perdido para el universo, aunque se resta de la fuerza total de los cuerpos que chocan <sup>1</sup>.

De Newton se ha afirmado igualmente, y no sin razón, que tenía idea de la conservación de la fuerza <sup>2</sup>.

En el siglo XVIII DANIEL BERNOULLI opinó que la naturaleza no sufría pérdida de fuerza, convirtiéndose la fuerza de movimiento que al parecer se pierde en formas de movimiento invisible.

En nuestro siglo, la ley había sido formulada más ó menos claramente por varios autores, como PLÁCIDO HEINRICH (1812, en su obra *La Fosforescencia de los cuerpos*), FEDERICO MOHR (en la *Revista física de Baumgärtner*, en 1837) y otros.

Con esto hemos dicho nuestro parecer sobre la teoría. Al permitirnos rectificar incorrecciones accidentales en la concepción del principio sublime y fecundo á que la ciencia moderna ha dado cuerpo y vida en la ley de la conservación de la fuerza, esperamos haber salvado aun la apariencia de quererla censurar ó destruir. Hemos hecho lo que se consiente á la historia, la cual también consigna los yerros leves de los grandes hombres sin merecer por ello la nota de injuriosa.

fuerza muerta, esto es, de una pluralidad infinita de relaciones estáticas, sin atender á qué mal cuadra el nombre de *fuerza muerta* al elemento de fuerza viva, es decir, á la acción que, durante un elemento de tiempo, corresponde al producto de la cantidad de movimiento por la diferencial de la velocidad. ¿Cuanto más correcto fué el término de los antiguos: *nisus ad motum*!

<sup>1</sup> Párrafo final del artículo recién impreso: *Essai dynamique*, etc. Edición de Perte-Gerhard, tomo VI, pág. 231.

<sup>2</sup> En uno de los pasajes que á esta cuestión se refieren, dice NEWTON: «*ad congressus et collisiones corporum nunquam mutabatur quantitas motus, quae ex summa motuum constans et differentis contrariorum colligebatur.*»



**152.** A menudo se pretende que la ley de la conservación haya de valer sólo para el mundo inorgánico, y que se exima de ella todo lo orgánico. En particular se cree que la existencia de un alma inmortal en el hombre infringe el valor general de dicha ley. Opinase que si en el hombre un alma inmaterial fuera el principio de la vida vegetativa y psíquica, produciría continuamente movimiento ó fuerza, interviniendo sin cesar en los procesos naturales.

Nosotros no participamos de semejantes aprehensiones. Pues, según la doctrina de la antigua filosofía, el alma no es un principio mecánico *efectivo*, sino un principio formal que, entregándose todo él al organismo, lo constituye en una sola substancia. Todo cuanto de fuerza susceptible de medición física, ó sea de movimiento, se parece en un organismo, no es de ningún modo producto de la acción del alma, sino tiene su causa en aquel organismo que no gasta por vía física sino lo que por la misma ha recibido. En cuanto á la vida vegetativa, no hay razón por qué pensar en la influencia de una fuerza superior que se despliegue en ella. Hasta algún filósofo moderno que dista mucho de los caminos por los cuales andaban los aristotélicos expresa el pensamiento, digno del maestro griego, que dijo ser suficiente que la acción del principio psíquico, sin ninguna fuerza adicional, se limite á determinar la tendencia de la conversión de combinaciones *dadas* de fuerzas físicas en *obras*, respetando la ley de la conservación de la fuerza. "Esta acción, dice E. v. HARTMANN, por este respecto bien, se atestigua tal vez por el hecho de que la propensión de las leyes de la naturaleza inorgánica á la estabilidad (esto es, al establecimiento de situaciones duraderas) está paralizada en los vegetales, obteniéndose el resultado opuesto de la conversión de combinaciones estables en otras más movibles, en lo cual consiste la diferencia química de las combinaciones orgánicas é inorgánicas". El principio vital interviene sin duda; pero "la intervención, según dice el mismo autor, no equivale aquí á poner fuera de vigor la acción de las leyes mecánicas, sino significa sólo la agregación ó el ingreso de otro factor que ha de cooperar en el proceso, dando, naturalmente, á su evolución otro rumbo que el que habría tenido si él no hubiera intervenido."

Juicios semejantes se encuentran emitidos por todos aquellos sabios modernos que hacen frente á la adaptación meramente mecánica de DARWIN y HÆKEL, admitiendo la existencia de un principio evolutivo interno ú otro momento teleológico. Todos estos escritores profesan la doctrina peripatética, por cuanto ponen

<sup>1</sup> *Wahrheit und Irrtum im Darwinismus*. Errores y verdades en el darwinismo, Berlín, 1875, pág. 170.

la esencia de las cosas más bien en un principio formal que en el mecanismo de suyo subordinado. La "forma", entendida como ARISTÓTELES la entendía, no puede jamás empecer la conservación de la fuerza sino por otra razón: por la de pertenecer á un orden de cosas enteramente distinto. Hasta ahora hemos hablado de la vida vegetal. Las funciones psíquicas deben juzgarse de manera análoga. Toda acción física de que dependen esas funciones, bien sirva para disponer el órgano respectivo al acto de la percepción, bien sean el apoyo material del acto mismo, cae bajo el dominio de la conservación de la fuerza. El principio formal de la vida tiene también sus peculiares fuerzas productivas; pero lo que ellas producen sobrepaja á todo lo que es físico y químico, de igual modo que la belleza de un cuadro trasciende á los colores naturales, al pincel y al lienzo.

**153.** Podemos, pues, considerar la ley de la conservación de la fuerza como verdadera, sin ninguna excepción. Las advertencias que hemos hecho en disfavor suyo dejan intacta su esencia.

Sin duda los físicos están en su derecho cuando afirman en su lenguaje: la suma de las fuerzas y tensiones, una vez existentes en la totalidad de los cuerpos, es constante, siendo tan invariable la energía del mundo como la masa de la materia.

No comienza el error sino allí donde los naturalistas hacen pasar su sistema físico por explicación filosófica, esto es, cabal y satisfactoria en todos respectos. Debemos asentir á DÜHRING cuando dice: "Muy deficiente es la idea de un proceso físico si todo lo que de él se sabe es que para su realización sirvió cierta cantidad de materia. Algo más se sabrá ya cuando se conozca la potencia mecánica necesaria para producir las mudanzas que aquel proceso representa. Mas aun entonces no se habrá reconocido la multiplicidad de las formas, sino sólo el material de donde éstas han sido sacadas. Síguese, pues, que la colosal amplificación del sistema mecánico, que es consecuencia natural del nuevo modo de contemplar las fuerzas de todas clases, no debe interpretarse de modo que se diga que todo saber exacto de los procesos naturales emane de la mecánica pura".

Hallamos confesiones parecidas en las obras de muchos sabios de nota. Terminemos con estas palabras de TYNDALL: "Nada sabemos de la cualidad interna que habilita al cuerpo para atraer materia; nada establece la ley de la conservación de la fuerza respecto de esta propiedad, pues acepta los hechos de la atracción tales como son, y confirma sólo la constancia de la cantidad de trabajo. Esta puede consistir en la forma de movimiento ó en la de fuerza

<sup>1</sup> *Historia de los principios de la Mecánica*, pág. 457.



que obra á cierta distancia; aquél es energía dinámica, ésta energía potencial; la ley de la conservación de la fuerza establece la constancia de la suma de ambas. La transformabilidad de las fuerzas naturales consiste únicamente en transformaciones de la energía potencial en dinámica y de la dinámica en potencial, procesos que se verifican de continuo. En ningún otro sentido la transformabilidad de la fuerza tiene actualmente significación científica <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> El calor considerado como una especie de movimiento. Trad. alem., 3.<sup>a</sup> edic., Braunschweig, 1875, págs. 703.



### CAPÍTULO III

#### La ley y su necesidad.

##### § I

##### Concepto y constancia de la ley.

Aber im stillen Gemach entwirft bedeutende Zirkel  
Sinnend der Weise:  
Folgt durch die Lüfte dem Klang, folgt durch den Aether dem Strahl,  
Sucht das vertraute Gesetz in des Zufalls grausenden Wundern,  
Sucht den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht <sup>1</sup>.

(SCHILLER.)

**151.** Así el poeta. Quién quiera que haya meditado sobre algún género de hechos naturales, se habrá remontado á la noción de leyes á que la naturaleza le parecía sujetarse. A la *materia*<sup>2</sup> y á la *fuerza* se agrega la *ley*. La ciencia natural tiene por misión especial la investigación de aquellos vínculos singulares que, cual brazos insensibles de hierro, sujetan haces más ó menos vastos de fenómenos. Los medios principales para este interesante estudio son la observación, la experiencia y la inducción. Cuanto más extenso es el horizonte que la vista domina; cuanto más generales son las propiedades de las cosas en que se fija, tanto más universales y comprensivas son las leyes que se ofrecen al espíritu indagador, y tanta menos observación y experiencia se requiere para establecer la ley con la amplitud que corresponde. El carácter más comprensivo es propio de las leyes mecánicas, que al mismo tiempo son las más sencillas. La Física deriva las leyes comúnmente de pocos hechos, aun cuando determinan la evolución de los fenóme-

<sup>1</sup> Mas en el silencio de su estudio el sabio traza meditando importantes círculos; sigue al sonido por los aires, sigue al rayo por el éter, buscando la ley íntima en los horribles prodigios del acaso, buscando el polo fijo en la fuga de las apariencias.

<sup>2</sup> La palabra *materia* se entiende aquí, lo mismo que en el cap. I, págs. 271, no en sentido de *materia prima*, ó principio determinable, que junto con la forma que lo determina constituye el cuerpo, sino en el de *materia segunda*, ó cuerpo ya constituido. (Nota de los trad.)