

---

## Espécimen dinámico

### 1.<sup>a</sup> parte

**Título original:** Specimen Dynamicum, Pro Admirandi Naturae legibus circa Corporum vires et mutuas actiones detegendis, et ad suas causas revocandis.

**Fecha:** Abril 1695.

**Manuscrito:** No se ha encontrado.

**Edición utilizada:** GM VI, 234-46.

**Otras ediciones:** AE abril 1695, pp. 145-57; DUTENS, III, pp. 315-25; DOSCH, pp. 2-37; LAMARRA, pp. 357-69. Existe una primitiva redacción que contiene significativas diferencias, y que ha sido editada por primera vez en 1982 en DOSCH, pp. 64-89.

**Ediciones anteriores en castellano:** M. Rodríguez, en ARANA, pp. 55-80.

**Traductor de la presente edición:** Marcelino Rodríguez Donís.

**Notas:** Juan Arana.

**Contexto y relevancia del texto:** Desde su vuelta de Italia en 1690, Leibniz se sabía poseedor de la nueva ciencia de la *dinámica*. En *Sobre la causa de la gravedad* (1690) (GM VI, p. 195) anunció la publicación de un libro para ponerla al alcance de los eruditos, pero el manuscrito que había dejado en Italia estaba sólo a medias y concluirlo resultaba demasiado oneroso para los eternos agobios y prisas del atareado consejero privado. Así que decidió destilar la quintaesencia de sus descubrimientos en dos entregas que habían de aparecer en las *Actas Eruditorum* correspondiente a abril y mayo de 1695. La primera parte es la que viene a continuación. La segunda quedó inédita a pesar de estar concluido el manuscrito, porque la reacción del público disuadió al autor de publicarla. Desde el punto de vista filosófico, la aparición del *Espécimen* se sitúa entre la conclusión de su correspondencia con Arnauld, muerto en 1694, y el comienzo de su confrontación con Locke. La última carta a aquél (GP II, pp. 134-8) se cerraba precisamente con un resumen de su nueva mecánica; las primeras lecturas del *Ensayo* datan de junio de 1695 (MÜLLER-KRÖNERT, p. 132): una vez más la física como quicio y puerta de acceso a su metafísica.

\* \* \*

GM VI, 234

**ESPÉCIMEN DINÁMICO PARA ADMIRAR LAS LEYES  
DE LA NATURALEZA ACERCA DE LA FUERZA DE LOS CUERPOS  
Y PARA DESCUBRIR SUS ACCIONES MUTUAS  
Y RESTITUIRLAS A SUS CAUSAS**

I Parte

Desde que hicimos mención de fundar la *Nueva Ciencia Dinámica*<sup>1</sup>,  
 235 muchos Hombres egregios de diferentes lugares solicitaron una explicación más detallada de esta doctrina. Así pues, y dado que aún no disponemos de tiempo para redactar un libro<sup>2</sup>, expondremos en este lugar lo que pueda encender alguna luz, que, quizás, volverá a nosotros incluso con intereses, si atraemos las opiniones de aquéllos que han unido la fuerza del pensamiento con la elegancia de la exposición, cuyos juicios reconocemos también que nos serán gratos y esperamos que serán de provecho para la buena marcha de la obra. Hemos advertido en otro lugar<sup>3</sup> que en lo corpóreo hay algo más que extensión, anterior incluso a ésta, a saber: la propia fuerza de la naturaleza inserta en todas partes por el Hacedor, que no consiste en una facultad simple, con la que las Escuelas parecen haberse contentado, sino que se asienta en un conato o esfuerzo [*nisu*], que tendrá efecto pleno, a no ser que se vea impedida por una tendencia contraria. Este esfuerzo se manifiesta a los sentidos por todas partes, y, a mi juicio, en todos los lugares es concebido en la materia por la razón, incluso cuando no se hace patente a los sentidos. Si esto no debe ya ser atribuido a Dios mediante un milagro, es preciso, por cierto, que aquella fuerza sea engendrada en los propios cuerpos por Él mismo, más aún, que constituya la naturaleza última de los cuerpos, puesto que el actuar es el

<sup>1</sup> Esto es, desde 1690, año en que se publicó la carta que había dirigido a Foucher en este sentido (véase «Extrait d'une lettre de M. Leibniz a M. Foucher», *Journal*, 2 junio 1690, pp. 247-9). En *De Causa Gravitatis* (1690) aparece también una alusión a «su dinámica» (véase GM VI, p. 195).

<sup>2</sup> El *Dynamica de potentia* tiene las dimensiones de un libro, pero estaba inconcluso, y Leibniz no encontraba forma ni oportunidad de acabarlo: «La razón que me hizo dejar en Florencia un borrador de una nueva ciencia de la Dinámica es que allí había un amigo [Bodenhause] que se encargó de ordenarlo y pasarlo a limpio, e incluso de hacerlo publicar. Que aparezca sólo depende de mí. No tengo más que enviar el final. Pero todas las veces que pienso en ello se me ocurre tal cantidad de novedades, que todavía no he tenido tiempo de digerirlas» *Extrait d'une lettre...*, loc. cit.

<sup>3</sup> Por ejemplo, en el *Specimen inventorum de admirandis naturae* (1686?), GP VII, p. 314, o en el *Discours de métaphysique* (1686), § XII.

carácter de las sustancias, mientras que la extensión no significa otra cosa que la continuación o difusión de una sustancia ya presupuesta que se esfuerza y se opone, esto es, que resiste; tanto dista de poder constituir la misma sustancia. Y no importa que toda acción corpórea sea a partir del movimiento, y el movimiento mismo no existe sino por el movimiento, bien en un cuerpo ya antes existente, o bien sea impreso desde el exterior. Porque el movimiento (lo mismo que el tiempo) nunca existe, si consideras el asunto con toda *exactitud*, puesto que nunca existe como todo, puesto que no tiene partes coexistentes. Y en él mismo nada es real más que lo momentáneo que tiene que consistir en la fuerza tendente al cambio. Por tanto, en esto estriba cualquier cosa que existe en la naturaleza corpórea, fuera del objeto de la Geometría o extensión. Y por esta razón, en fin, se atiende tanto a la verdad como a la doctrina de los Antiguos. Y como nuestra época absolvió del desprecio a los corpúsculos de *Demócrito*, a la ideas de *Platón* y a la serenidad de los *Estoicos* en el óptimo encadenamiento de las cosas<sup>4</sup>, así ahora las enseñanzas de los *Peripatéticos* acerca de las Formas o Entelequias (que con justicia parecieron enigmáticas y apenas fueron correctamente percibidas por sus propios autores) serán reducidas a nociones inteligibles; ya que consideramos necesario preferir explicar una Filosofía tan aceptada por tantos siglos, de tal modo que se mantenga en la medida de lo posible, e ilustrarla en lo sucesivo y engrandecerla con nuevas verdades, antes que abolirla.

Y este método de estudio me parece especialmente acomodado tanto a la prudencia del docente como a la utilidad de los discentes, a fin de que no parezcamos más deseosos de destruir que de edificar, y para que no seamos arrojados, inciertos cada día, en medio de perpetuos cambios de doctrina por los soplos de los ingenios audaces, sino que el género humano, refrenada alguna vez al fin la pasión de las sectas, (a la que estimula la vanagloria de innovar), determinados ciertos dogmas seguros, avanza sin tropiezos hasta lo más alejado no menos en la Filosofía que en la Matemática, puesto que en los escritos de los Hombres insignes, antiguos y más recientes, (si suprimes aquellos pasajes en que hablan más duramente unos contra otros) suele haber mucho de verdadero y bueno, que merece ser extraído y transportado a los tesoros públicos. Y ojalá prefieran

<sup>4</sup> Los realizadores de la última edición del *Espécimen* identifican a Gassendi y Huygens como los renovadores del atomismo aludidos aquí; Cudworth y Henry More, los del platonismo; Descartes y Spinoza, los del estoicismo. Véase «Erläuterungen zu Specimen Dynamicum», en: DOSCH, p. 101.

hacer esto los hombres que pasar el tiempo con críticas, en las que tan sólo compiten para su vanidad. A nosotros, realmente, a quienes la fortuna nos ha sido propicia en ciertos asuntos nuevos y nuestros, de tal modo que los amigos nos encomiendan que pensemos sólo en ellos<sup>5</sup>, no sé cómo, en cambio, nos agradan muchas cosas ajenas, y cada una es valorada en su precio, aunque diverso; quizás la causa de ello es que, removiendo cosas, hemos aprendido a no desdeñar nada<sup>6</sup>. Pero ahora volvamos a nuestro camino.

Por lo que respecta a la *Fuerza Activa* (que, con algunos, se podría llamar *Virtud*), ésta es doble, a saber: en tanto que *primitiva* está presente en toda sustancia corpórea por sí (ya que creo que un cuerpo enteramente en reposo repugna a la naturaleza de las cosas), o derivativa, que es ejercida en forma varia, como por limitación de la primitiva resultante de los choques de los cuerpos entre sí. Y la primitiva sin duda (que no es ninguna otra cosa que la *primera entelequia* [*entelecheia hê prôte*]), responde *al alma o forma sustancial*, pero por ello mismo no atañe sino a las causas generales, que no pueden ser suficientes para explicar los fenómenos. Así pues, estamos de acuerdo con los que niegan que se deba hacer intervenir las formas en la determinación de las causas propias y especiales de las cosas sensibles: vale la pena advertir esto, para que, mientras las reconducimos al punto de partida como en un retorno para descubrir las fuentes de las cosas, no parezca que, simultáneamente, queremos volver a las vanas discusiones de la Escuela<sup>7</sup>. Entre tanto, es necesario su conocimiento para fi-

<sup>5</sup> Así, Huygens le animaba por aquellos años a componer un libro sobre el nuevo cálculo infinitesimal: «Podrías hacer un excelente Tratado sobre los diversos usos [de vuestro] cálculo, y os exhorto a ello como a una obra muy bella y útil, y que debe venir de vos antes que de cualquier otro» *Carta a Leibniz del 29.5.1694, Oeuvres complètes*, X, p. 610.

<sup>6</sup> En efecto, la curiosidad y el deseo de aprender de otros es un rasgo tan característico de Leibniz, que se pasó la vida escudriñando archivos y bibliotecas, y que cuando tenía conocimiento de la muerte de algún sabio o erudito, se dirigía a sus albaceas para evitar que sus descubrimientos inéditos se perdieran por culpa de unos herederos descuidados. El mismo año de 1696, por ejemplo, adquirió por cuenta de su príncipe la biblioteca del fallecido M.L. Westenholtz (MÜLLER-KRÖNERT, pp. 142-3). Esta costumbre no dejó de acarrearle acusaciones de plagio, como la que plantearon Newton y sus seguidores.

<sup>7</sup> «Estoy de acuerdo en que la consideración de estas formas no sirve para nada en el detalle de la física, y no debe ser empleada en la explicación de los fenómenos en particular. (...) Pero este defecto y mal uso de las formas no debe hacernos rechazar una cosa cuyo conocimiento es tan necesario en Metafísica, que estoy convencido de que sin ellas no se podrían conocer bien los primeros principios, ni elevar suficientemente el espíritu al conocimiento de las naturalezas incorpóreas y de las maravillas de Dios». *Discours de métaphysique*, X. Guéroult opina que el recurso a las formas sustanciales lo toma Leibniz de Honoré Fabri, quien las concebía como simples relaciones. Véase GUÉROULT, p. 56.

lososofar correctamente, y nadie piense que comprende suficientemente la naturaleza del cuerpo, a no ser que haya dirigido su atención a tales cosas y haya entendido que es grosera, por no decir falsa, una noción de la sustancia corpórea que depende de la sola imaginación, y que, por abuso de la filosofía corpuscular (de por sí eminente y muy cierta), ha sido introducida desde hace algunos años incautamente, como consta incluso a partir de este argumento, que no excluye de la materia un omnímodo reposo y quietud, ni puede aportar las razones de las leyes que moderan la fuerza derivativa de la naturaleza<sup>8</sup>. En forma semejante, también es doble la fuerza pasiva, bien primitiva, bien derivativa. Y, sin duda, *la fuerza primitiva de soportar o resistir* constituye lo mismo que, si se ha interpretado correctamente, se denomina en las Escuelas *materia primera*, gracias a la cual, evidentemente, logra que el cuerpo no sea penetrado por otro cuerpo, y se opone al mismo una resistencia, y, al mismo tiempo, está dotado de una cierta inercia, por así decir, esto es, de una repugnancia al movimiento, y no soporta por ello ser impulsado por la fuerza del agente, a no ser quebrantada ésta en algo. De donde, a continuación, *la fuerza derivativa de soportar* se muestra de forma variada en la *materia segunda*. Pero nuestro objetivo es, abstraídas y supuestas aquellas cosas generales y primitivas por las que se nos enseña que, por su forma, todo cuerpo siempre actúa y, por su materia, todo cuerpo siempre soporta y resiste, avanzar ahora, sin duda, más lejos, y tratar en esta doctrina *de las virtudes y resistencias derivativas*, hasta qué punto los cuerpos son eficaces por sus variados esfuerzos o, por el contrario, resisten de forma distinta; pues a éstos se acomodan las leyes de las acciones, que no sólo son inteligibles por la razón, sino que también se comprueban por la propia sensación mediante los fenómenos. 237

Por tanto, en este lugar entendemos que la fuerza derivativa, con la que evidentemente los cuerpos actúan mutuamente sobre sí en el acto o se soportan mutuamente, no es otra que la que está unida al movimiento (evidentemente local), y sucesivamente tiende a producir un movimiento local. Pues reconocemos que los restantes fenómenos materiales pueden explicarse por el movimiento local<sup>9</sup>. El movimiento es un continuo cambio de lugar, así pues, necesita del tiempo. Sin embargo, el móvil existen-

<sup>8</sup> Anticipo de la autocrítica a la doctrina contenida en la *Hypothesis physica nova*, que desarrolla más adelante en este mismo escrito.

<sup>9</sup> Esta tesis implica un compromiso teórico mecanicista, asumido y mantenido por Leibniz desde el inicio de su carrera. Véase *Carta a Thomasius del 20-30.4.1669*, GP I, p. 24.

te en el movimiento tiene una *velocidad*, que es tanto mayor cuanto más espacio recorre y menos tiempo consume. La velocidad tomada con la dirección se denomina *Conato*; por otro lado, el *Ímpetu* es el producto de la masa del cuerpo por la velocidad<sup>10</sup>, y precisamente su cantidad es lo que los Cartesianos suelen llamar cantidad de movimiento, evidentemente momentánea, aunque hablando más cuidadosamente, la cantidad del movimiento mismo, sin duda existente en el tiempo, nace de la suma de los ímpetus existentes en el móvil en un tiempo (iguales o desiguales) conducidos ordenadamente en el tiempo. Sin embargo, nosotros, que discutimos con ellos, seguimos su forma de hablar. E incluso como (de una forma cómoda para el modo de hablar doctrinal) podemos distinguir del cambio ya realizado o por realizar el cambio que ahora se hace, como un incremento o elemento de cambio, como cabe distinguir el descenso presente del descenso ya realizado al que incrementa, así podríamos discernir un elemento presente o instantáneo del propio movimiento difuso durante un espacio de tiempo y llamarlo *Moción*; y así se denominará *cantidad de movimiento* la que vulgarmente se atribuye al movimiento. Y aunque una vez conseguida la interpretación seamos prolijos en palabras, en cambio conviene que antes seamos cuidadosos con ellas, para no ser engañados por la ambigüedad.

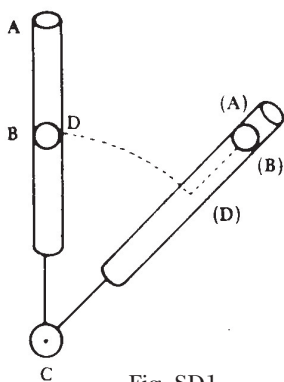


Fig. SD1

Por tanto, así como la estimación del movimiento durante un espacio de tiempo se produce a partir de infinitos ímpetus, del mismo modo, el propio ímpetu, a su vez, se produce a partir de los grados infinitos impresos sucesivamente al mismo móvil, y tiene cierto elemento, del cual no puede nacer si no es reproducido infinitas veces. Imagina que un tubo AC (fig. {SD1}) en el plano horizontal de esta página gira con una cierta celeridad uniforme en torno al centro C, que no se mueve, y una bola B existente en la cavidad del tubo se libera de vínculo e impedimento y comienza a mo-

<sup>10</sup> En la primera redacción del *Espécimen* dice lo siguiente: «Pero tanto la sollicitación como el ímpetu los llamo con el nombre común de esfuerzo [*Nisum*], y a veces también conato, el cual sin embargo es utilizado más a menudo para la sollicitación; de donde se comprende que infinitas sollicitaciones hacen un ímpetu...» DOSCH, p. 66. Es evidente que Leibniz no ha conseguido desarrollar todavía su doctrina dinámica hasta un punto que le permita adoptar una terminología precisa e inequívoca.

verse por la fuerza centrífuga; es evidente que, al comienzo, el conato a alejarse del centro, con que evidentemente la bola B en el tubo tiende hacia su extremidad A, es infinitamente pequeño respecto del ímpetu que tiene ya por la rotación, o por la que la bola B con el tubo mismo tiende desde C hasta (D), conservada la distancia del centro. Pero, al continuar por algún tiempo la impulsión centrífuga procedente de la rotación, conviene que nazca en la bola por el propio avance un ímpetu centrífugo completo (D)(B) comparable con el ímpetu de la rotación D(D). De aquí se deduce que es doble el *esfuerzo* [*nisum*], a saber, elemental o infinitamente pequeño, al que también llamo *solicitud*, y el formado por la continuación o repetición de los esfuerzos elementales, esto es, del propio ímpetu, aunque no quiera por ello que estos Entes Matemáticos se encuentren exactamente así en la naturaleza, sino que sirven tan sólo para hacer cuidadosas evaluaciones por abstracción del pensamiento<sup>11</sup>.

A partir de aquí, también la *Fuerza* es doble: una elemental, a la que también llamo *muerta*, puesto que en ella aún no existe el movimiento, sino tan sólo la instigación al mismo, cual es la de la bola en el tubo, o la de la piedra en la honda, incluso mientras aún es retenida por un vínculo; otra en verdad es la fuerza ordinaria, asociada al movimiento actual, a la que llamo *viva*<sup>12</sup>. Y, sin duda, un ejemplo de fuerza muerta es la propia fuer-

<sup>11</sup> La relación entre los conceptos del nuevo cálculo y la realidad constituye un problema importante dentro del planteamiento leibniziano. En el periodo inicial de la elaboración de su filosofía mantiene una interpretación idealista de esta relación, pero luego prospera el criterio de que los entes matemáticos no son estrictamente reales, sino tan sólo condición de posibilidad de la realidad, por lo que no es preciso discutir su estatuto ontológico. «Los Matemáticos, sin embargo, no tienen en absoluto necesidad de las discusiones metafísicas, ni de embrollarse con la existencia real rigurosa de los puntos, los indivisibles, los infinitésimos y los infinitos. (...) Para el rigor de sus demostraciones, a los Matemáticos les basta con tomar en lugar de las infinitesimales magnitudes tan pequeñas como haga falta para mostrar que el error es menor que el que quisiera designar un adversario...» *Reponse aux reflexions contenues dans le Dictionnaire de Bayle, art. Rorarius* (1702), GP IV, p. 569. Brunschvicg cree que el último Leibniz tiende al relegar todos los principios intelectuales del análisis infinitesimal al rango de meras ficciones sin consistencia intrínseca, que sólo se justifican por el éxito de su aplicación: el primitivo idealismo deja paso a un relativismo escéptico que afecta a los principios intelectuales que lo sustentaban. Véase BRUNSCHVICG, *Les étapes...*, pp. 240-3.

<sup>12</sup> En la primera redacción del *Espécimen*, esta frase aparece así: «Por tanto, en mi modo de hablar, la fuerza con que los cuerpos interactúan es doble. Una es la *fuerza muerta* o *dormida* [*sopita*] o, si se prefiere, incoada. Pero la otra es viva o excitada o, si se prefiere, formada» DOSCH, p. 66. Guérout pretende que se trata de la primera aparición del término «fuerza viva» (véase GUÉROULT, p. 33). Costabel remonta más atrás la oposición en-



za centrífuga, y también la fuerza de gravedad o centrípeta, y también la fuerza por la que un cuerpo elástico en tensión comienza a replegarse. Pero en la percusión, que nace de un peso que cae ya durante algún tiempo, o de un arco que se recupera durante un tiempo, o de una causa similar, la fuerza es viva, y nacida de las infinitas impulsiones continuadas de la fuerza muerta. Y esto es lo que quiso Galileo, cuando, con enigmática forma de hablar, llamó infinita a la fuerza de percusión, a saber, si se la compara con el esfuerzo simple de la gravedad<sup>13</sup>. Aunque el ímpetu está siempre unido a la fuerza viva, sin embargo, se demostrará a continuación que estas dos cosas difieren.

239 *La fuerza viva* en alguna asociación de cuerpos de nuevo puede ser comprendida como doble, a saber: *total* o *parcial*; y de nuevo *la parcial*, o respectiva o directiva, es decir, o propia de sus partes o común. *La respectiva* o *propia* es aquélla con la que los cuerpos comprendidos en una asociación pueden actuar entre sí; *la directiva* o *común* es aquélla con la que, además, el propio agregado puede actuar fuera de sí. La llamo directiva, porque la fuerza íntegra de la dirección se conserva en esta fuerza parcial. Ella sola sobreviviría si de repente uno se imaginase que el agregado se congela, suprimido el movimiento de sus partes entre sí. De donde, de la fuerza respectiva y directiva, tomadas conjuntamente, se compone *la fuerza total absoluta*. Pero estas cosas se entenderán mejor a partir de las reglas que enseñaremos a continuación.

Los antiguos, según consta, sólo tuvieron una ciencia de la fuerza muerta, y ésta es la que vulgarmente se denomina Mecánica, que trata de la palanca, de la polea, el plano inclinado (al que pertenecen la cuña y el tornillo), el equilibrio de los líquidos y semejantes, donde no se trata sino de la primera tendencia de los cuerpos recíprocamente entre sí, antes de alcanzar el ímpetu en el actuar<sup>14</sup>. Y aunque las leyes de la fuerza muerta

---

tre fuerza viva y muerta, concretamente hasta 1686, ya que en un anexo inédito a la *Brevis demonstratio* se habla de *potentia viva* y *potentia mortua* (GM VI, p. 121; véase COSTABEL, *Leibiz et la dynamique*, p. 50). El titubeo terminológico que revela el empleo de varios sinónimos en la primera redacción hace que G.W. Most (su descubridor) se incline en favor de Guérout (véase *Zur Entwicklung...*, p. 150).

<sup>13</sup> Véase GALILEO, *Discorsi*, Jornada sexta: Sobre la fuerza de percusión, *Opere* ed. Favaro, VIII, p. 330.

<sup>14</sup> Parte esencial de la estrategia argumentativa de Leibniz es la idea que aquí expone: que los antiguos se habrían limitado a considerar las condiciones del equilibrio estático y su ruptura (fundamentalmente en el escrito de ARQUÍMEDES, *Del equilibrio de los planos o de sus centros de gravedad*). Aunque la teoría estática contempla solamente las leyes del



pueden ser transferidas de algún modo a la viva, sin embargo, se necesita gran precaución, habiendo sido engañados por ello los que confundieron en general la fuerza con la cantidad resultante del producto de la masa por la velocidad, ya que comprendieron que la fuerza muerta estaba en razón compuesta de estas cosas<sup>15</sup>. Pues este hecho ocurre allí por una razón especial, como ya en otro momento advertimos, puesto que, (por ejemplo) al descender varios graves, los propios descensos, o las mismas cantidades de los espacios recorridos en el descenso, son en todos los casos proporcionales a los esfuerzos de caída en el mismo comienzo del movimiento, siendo en efecto aún infinitamente pequeños o elementales. Pero, realizada la progresión, y nacida la fuerza viva, las velocidades adquiridas no son ya proporcionales a los espacios recorridos en el descenso, para los que en otro momento ya mostramos la fuerza que se habría de estimar, y la mostraremos más extensamente, pero tan sólo para sus elementos. Galileo empezó a tratar de la fuerza viva (en concepto, aunque sin embargo con otro nombre) y fue el primero que explicó cómo el movimiento nace de la aceleración de los graves que descienden<sup>16</sup>. Descar-

---

equilibrio, en la tradición escolástica se llegó a extender el principio de las velocidades virtuales que las rige (existe equilibrio cuando se igualan los productos de las fuerzas aplicadas por las velocidades que eventualmente se generarían en sus puntos de aplicación si dicho equilibrio fuera roto) al trabajo mecánico que puede ser desarrollado con ayuda de las máquinas simples. Todavía Galileo asume este confuso principio (véase DUGAS II, p. 71) y, según hemos visto, Nicolas Poisson trata de atribuirlo también a Descartes, aun cuando éste había defendido en realidad la validez del principio de los trabajos virtuales en lo relativo al trabajo desarrollado por las máquinas (equivalencia de los productos de las fuerzas por los trayectos recorridos por los puntos de aplicación).

<sup>15</sup> El tránsito de un ámbito a otro requiere, según Leibniz, la aplicación del nuevo cálculo infinitesimal, y por esta razón fracasaron los mecánicos de la Edad Moderna que trataron de llevarlo a cabo sin disponer de dicho método.

<sup>16</sup> «Puesto que, según creo, en el caso del grave que es impelido hacia arriba, la fuerza [*virtù*] imprimida por el cuerpo que la proyecta va disminuyendo continuamente. Esta fuerza, mientras sea superior a la que actúa en sentido contrario, o sea, a la gravedad, lo impulsa hacia lo alto. Ahora bien, una vez que hayan alcanzado una y otra un estado de equilibrio, el móvil deja de ascender, pasando al estado de reposo, en el cual el impulso [*impeto*] que se le había imprimido no queda aniquilado sin más ni más, sino que comienza a desaparecer lo que antes prevalecía sobre la gravedad del móvil y que era la causa de que lo hiciera subir. Al ir disminuyendo este impulso [*impeto*] sobreañadido y comenzar consecuentemente a tomar ventaja el peso [*gravità*], empieza la caída con lentitud a causa de la fuerza [*virtù*] que traía impresa el móvil y buena parte de la cual permanece todavía en éste. Ahora bien, en cuanto dicha fuerza va disminuyendo continuamente, siendo superado cada vez más por la gravedad, el resultado es la continua aceleración del movimiento» GALILEO, *Discorsi, Opere* ed. Favaro, VIII, p. 201 (Trad. de J. Sádaba).

tes<sup>17</sup> distinguió correctamente la velocidad de la dirección y vio que ello se sigue incluso en el choque de los cuerpos, con lo que apenas cambian las cosas anteriores<sup>18</sup>. Pero estimó incorrectamente que el cambio es mínimo cuando cambia sólo la dirección o sólo la velocidad, habiendo debido establecerse el cambio como mezcla de ambos: se le escapó de qué modo debe producirse esto, puesto que no le parecía a él, entonces más atento a las cuestiones modales que a las reales, que cosas tan heterogéneas pudiesen ser comparadas y mezcladas, para no mencionar otros lapsus suyos en esta doctrina<sup>19</sup>.

240 *Honoré Fabri, Marco Marci*<sup>20</sup>, *Juan Alfonso Borelli, Ignacio Bautista Pardies*<sup>21</sup> y *Claudio Dechaies*<sup>22</sup>, y otros hombres muy sutiles, proporcionaron ideas no despreciables en la doctrina sobre el movimiento, pero en cambio no evitaron errores, y éstos capitales. Por lo que yo sé, *Huygens* fue el primero que iluminó nuestra época con importantes descubrimientos, y me parece que también en este argumento llegó a la verdad pura y líquida, y liberó esta doctrina de paralogismos, según ciertas reglas publicadas en otro tiempo. También *Wren, Wallis y Mariotte*, hombres destacados en estos estudios, descubrieron casi las mismas reglas, aunque por diferentes caminos<sup>23</sup>. Sin embargo, no hay la misma opinión acerca de las causas; por lo que los hombres eminentes en estos estudios no siempre admiten las mismas conclusiones. Y, por ello, las verdaderas fuentes de esta doctrina aún no se han cerrado. Y no todos admiten lo que a mí me parece segu-

<sup>17</sup> En la primera redacción se menciona aquí lo siguiente: «Joachim Jungius, aunque hizo muchas preclaras observaciones, también con respecto a la fuerza viva, sin embargo se alejó mucho de las leyes generales» DOSCH, p. 70. J. Jungius (1587-1657), naturalista y filósofo alemán, es uno de los creadores de la moderna botánica y era altamente apreciado por Leibniz.

<sup>18</sup> «Que el movimiento no es contrario a otro movimiento, sino al reposo; y la determinación de un movimiento hacia un lado, a su determinación hacia otro» DESCARTES, *Principes* II, 22, *Oeuvres A.-T.*, IX-2, p. 88.

<sup>19</sup> Para un estudio sistemático de las discrepancias de Leibniz con respecto a la mecánica cartesiana, véase: BELAVAL, pp. 450-526.

<sup>20</sup> Marcus Marci (1595-1667), polígrafo ligado al emperador austriaco Fernando III, fue profesor en Praga, donde realizó estudios empíricos sobre el problema del choque, cuyos resultados publicó en *De proportione motus* (1639).

<sup>21</sup> Ignace Pardies (1636-1673), jesuita francés, matemático de inspiración cartesiana, fue profesor en el colegio de Clermont.

<sup>22</sup> Claude François Milliet Dechaies (1621-1678), jesuita ecléctico que combina Aristóteles con diversos autores modernos (*Cursus seu mundus mathematicus*, Lyon, 1674, 3 vols.).

<sup>23</sup> Sobre todo ello, véase DUGAS I, pp. 165-90.

ro<sup>24</sup>: que la repulsión o reflexión no parte sino de la fuerza elástica, esto es, por un contraesfuerzo del movimiento interno<sup>25</sup>. Ni nadie explicó antes que nosotros la propia noción de las fuerzas, asunto éste que ha turbado hasta hoy a los Cartesianos y a otros que, por ello incluso, no pudieron comprender que la suma de movimiento o ímpetu (que tienen por cantidad de fuerzas) pudiera resultar tras el encuentro distinta de la anterior, por lo que incluso pensaron que la cantidad de las fuerzas cambiaba con el mismo.

Siendo aún joven, y estableciendo entonces la naturaleza del cuerpo únicamente en la masa inerte, de acuerdo con Demócrito y sus seguidores en este asunto Gassendi y Descartes, me salió un librito con el título de *Hipótesis física*<sup>26</sup>, en el que simultáneamente expuse una teoría del movimiento abstraída del sistema y adaptada a él, que creo gustó a muchos hombres ilustres más allá del mérito de su mediocridad<sup>27</sup>. Allí establecí, supuesta tal noción de cuerpo, que todo colisionante comunica su conato al que lo recibe o directamente le sale al paso<sup>28</sup>. Pues, puesto que en el momento de la colisión intenta avanzar y arrastrar consigo al que lo recibe, y aquel conato (a causa de la indiferencia del cuerpo al movimiento o al reposo entonces supuesta por mí) debe tener su efecto por completo en el que lo recibe, a no ser que se vea impedida por un conato contrario; más aún, aunque se vea impedida por él, puesto que es conveniente tan sólo que aquellos diversos conatos se compongan entre sí; era evidente que ninguna causa podía ofrecerse de por qué no consigue el colisionante su efecto, al que tiende, o por qué el que lo recibe no recibe también todo el impulso del mismo, y que, a tal punto, el movimiento del que lo recibe está compuesto por un conato primitivo suyo y de uno nuevo o ajeno que recibe. A partir de lo cual demostraba a continuación que si sólo se apreciaban en los cuerpos las nociones matemáticas, la magnitud, la figura, el lugar y sus cambios respectivos, o en el mismo momento de la co-

<sup>24</sup> En la primera redacción, esta frase empieza así: «A pesar de que Jungius y Hobbes vieron, lo que en especial explicó Mariotte, etc.» DOSCH, p. 72.

<sup>25</sup> En una carta a de Volder del 24.3.1699 (GP II, p. 169) Leibniz se asombra de que Huygens no deduzca sus leyes del choque del «Elastro». Véase HEINEKAMP, *Huygens vu par Leibniz*, p. 106. Véase también *Carta a de Volder* (sin fecha), GP II, pp. 161-2.

<sup>26</sup> *Hypothesis Physica Nova* (1671), texto traducido en este mismo volumen.

<sup>27</sup> Se refiere al informe que efectuó Wallis del escrito, y a la nota de agradecimiento que le remitió Oldenburg por haberlo enviado a la *Royal Society*. Véase GUHRAUER, I, p. 75.

<sup>28</sup> Tesis establecida en el escrito *Theoria motus abstracti* (1671), coetáneo y complementario de la *Hypothesis Physica Nova*. Véase Theoremata, AA III, 2, pp. 268-270.

241 lisión los conatos de cambio, sin ningún conocimiento de las nociones metafísicas, de una potencia que evidentemente actúa en la forma, y de una inercia o resistencia al movimiento de la materia, y si fuera necesario que el resultado del concurso se determinara, como explicamos, únicamente por la composición Geométrica de los conatos, entonces debería seguirse la comunicación de los conatos del colisionante, aunque sea mínimo, a todo receptor, aun siendo máximo, y a tal punto una cosa máxima en reposo sería arrastrada por el colisionante, por pequeño que sea, sin ninguna demora de éste, siendo así que en tal noción de la materia no se contiene ninguna repugnancia de ésta al movimiento, sino más bien, indiferencia. De lo cual resultaría que no sería más difícil impulsar a una cosa grande en reposo que a una pequeña, y que existiría además acción sin reacción, no pudiendo hacerse ninguna estimación de la potencia, pudiendo cualquier cosa ser sobrepasada por cualquier otra. Puesto que estas cosas, y muchas otras de la misma índole, son contrarias al orden real y pugnan con los principios de la auténtica Metafísica, por ello, sin duda, pensé entonces (y, en efecto, con razón) que el sapientísimo Hacedor de las cosas evitó en la estructura de su sistema las que se obtendrían de por sí de las meras leyes del movimiento, reiteradamente buscadas a partir de la Geometría pura <sup>29</sup>.

Pero luego, tras escrutarlo todo con mayor profundidad, vi en qué consistía la explicación sistemática de las cosas, y advertí que aquella hipótesis anterior de la noción corpórea no era completa, y se podía comprobar tanto por otros argumentos como incluso por esto mismo, ya que en el cuerpo, además de magnitud e impenetrabilidad, debe suponerse algo de donde surge la consideración de las fuerzas <sup>30</sup>; añadiendo las leyes metafísicas correspondientes a las leyes de la extensión nacen estas mismas reglas del movimiento, que había llamado sistemáticas, a saber: que todo

<sup>29</sup> «La insuficiencia de la teoría física tiene como correlato, por tanto, una intervención potente de lo metafísico y de lo psíquico en lo físico, una trasposición de lo fononómico en psicológico» GUÉROULT, p. 17.

<sup>30</sup> En la primera redacción, Leibniz incluye a estas alturas un párrafo en el que polemiza contra Newton: «...advertí que, sin embargo, la naturaleza del movimiento es de tal modo respectiva, que a partir de los fenómenos no podría ser determinado con rigor matemático cuál está en reposo, o qué cuerpo se mueve con cuánto movimiento, sin excepción del movimiento circular, si bien Isaac Newton (la Inglaterra erudita no tiene mayor gloria que él) era de otra opinión, el cual colocaba en el movimiento circular centrífugo el criterio para distinguir el [movimiento] absoluto del relativo» DOSCH, p. 74. En el párrafo 6 de la segunda parte hay otra alusión semejante, si bien menos explícita.

cambio se produce por grados, y toda acción se da junto con la reacción, y una nueva fuerza no se manifiesta sino en detrimento de otra anterior, y por ello siempre lo que arrastra es retardado por lo arrastrado, y no se contiene más o menos potencia en el efecto que en la causa. Ley que, al no derivarse de la noción de masa, es necesario que se derive de otra cosa que se encuentra en los cuerpos, es decir, de la misma fuerza, que evidentemente siempre tiene la misma cantidad, aunque sea ejercida por diversos cuerpos<sup>31</sup>. De aquí, pues, colegí que, además de los aspectos puramente matemáticos y sujetos a la imaginación, había que admitir ciertas cuestiones metafísicas perceptibles sólo por la mente, y había que añadir a la masa material algún principio superior y, por así decir, formal, puesto que todas las verdades de las cosas corpóreas no pueden colegirse únicamente de los axiomas logísticos<sup>32</sup> y geométricos, o sea, de lo grande y lo pequeño, del todo y la parte, la figura y la situación, sino que deben añadirse otras cosas sobre la causa y el efecto, la acción y la pasión, con las que se salven las razones del orden de las cosas. No importa que llamemos a este principio Forma o Entelequia [*entelecheia*] o Fuerza, con tal que recordemos 242 que se explica inteligiblemente por la mera noción de las fuerzas<sup>33</sup>.

No puedo consentir que hoy ciertos varones eminentes, viendo esto mismo: que la noción vulgar de la materia no basta, introduzcan a Dios *ex machina*, y priven a las cosas de toda capacidad de actuar<sup>34</sup>, como en cierta filosofía Mosaica (como Fludd en otro tiempo la llamaba)<sup>35</sup>. Aunque concederé que vieron con claridad que ningún influjo propio había de una sustancia creada a otra, si el asunto se lleva hasta su rigor metafísico, y con-

<sup>31</sup> La crítica de las posiciones que ha defendido en sus primeras obras aparece en el *Phoronomus seu de Potentia et Legibus Naturae*, escrito en Roma en 1689, después de leer una recensión de los *Principia* de Newton. Véase GERHARDT, *Zu Leibniz' Dynamik*, pp. 575-81.

<sup>32</sup> El *ars logistica* es la aritmética. Véase CASIODORO, *Variae*, 3, 52, 3.

<sup>33</sup> Véase *Discours de métaphysique*, § XII, AA VI, 4, pp. 1545.

<sup>34</sup> Alusión a Malebranche, con quien ha mantenido entre 1692 y 1694 un intercambio de correspondencia relativo a las leyes del choque (GP I, pp. 343-52), en el que éste se ha resistido a sus argumentos, porque no veía en tales leyes más que la aplicación de un decreto arbitrario de Dios, en lugar de una consecuencia necesaria de principios ontológicos racionalmente penetrables.

<sup>35</sup> Robert Fludd (1574-1637), médico y teósofo inglés, autor de un sistema que combina múltiples corrientes de pensamiento esotérico. Entre sus muchas obras se cuenta la *Philosophia Mosaica* (Gouda, 1638). Su filosofía, un panteísmo materialista, explica el Universo como resultado de la separación, dentro de la unidad divina, de un principio activo (*voluntas divina*), representado por la luz, y un principio pasivo (*voluntas divina*), simbolizado por las tinieblas.

fesaré también de buen grado que todas las cosas surgen de Dios por una creación siempre continua; sin embargo, creo que no hay ninguna verdad natural en las cosas cuya razón dependa de modo inmediato de la acción o voluntad divinas, sino que en las cosas mismas ha sido introducido por Dios algo de lo que todos los predicados se derivan. Consta, ciertamente, que Dios no sólo creo los cuerpos, sino también las almas, a las que corresponden las entelequias primitivas. Verdaderamente, en otro lugar, demostraremos esto, presentando más profundamente sus verdaderas razones<sup>36</sup>.

Entre tanto, aunque admita un principio activo superior a las nociones materiales y, por así decir, vital en todas partes en los cuerpos, no por ello estoy de acuerdo con Henri More y otros hombres insignes por su piedad e ingenio, que se sirven de no sé qué *Arché* o principio hilárquico para explicar los fenómenos, como si, en efecto, no todo pudiese explicarse mecánicamente en la naturaleza, y como si los que se empeñan en esto pareciesen suprimir lo incorpóreo, no sin sospecha de impiedad<sup>37</sup>, o como si fuese necesario, de acuerdo con Aristóteles, mantener sujetas las Intelligencias a las órbitas que giran<sup>38</sup>, o como si fuera necesario sostener que los elementos se dirigen hacia arriba o hacia abajo por su forma<sup>39</sup>, para enseñar una sabiduría sumaria, pero inútil. No estoy de acuerdo con éstos, ni me agrada más esta Filosofía que la teología de algunos que creían que Júpiter tronaba o nevaba, de modo que acusaban del crimen de ateísmo a quienes investigaban las causas propias. El mejor temperamento, en mi opinión, es aquél con el que se satisface por igual a la piedad y a la ciencia, para que conozcamos que todos los fenómenos corpóreos pueden derivarse de causas eficientes mecánicas, y comprendamos que las mismas leyes mecánicas en general se derivan de razones superiores, y de este modo usemos de una causa eficiente superior sólo en las cosas más generales y remotas. Establecidas estas cosas una vez, cuantas veces después se trate de las causas eficientes próximas y especiales de las cosas naturales, no

<sup>36</sup> Aparte de varios opúsculos, Leibniz dedica al tema sus *Essais de Theodicée sur la Bonté de Dieu, la Liberté de l'Homme et l'Origine du Mal*, Amsterdam, Truyel, 1710. Véanse §§ 27, 28, 247, 350, 382, 385.

<sup>37</sup> Henri More defiende la existencia de un espíritu de la naturaleza, que ocuparía el grado más bajo en la escala de los seres espirituales y actuaría sobre la materia, produciendo efectos no mecánicos. Véase *The immortality of the soul*, libro III, cap. XII, § 1, *Collection of severall philosophical writings*, London, 1662, p. 193.

<sup>38</sup> Véase ARISTÓTELES, *Metafísica* XII, cap. 8, 1073a-1074a.

<sup>39</sup> Véase ARISTÓTELES, *Del cielo*, IV, caps. 3-4, 310b-312a.

demos cabida a las almas o Entelequias, no más que a las facultades inactivas o a las inexplicables simpatías<sup>40</sup>. Y puesto que la primera causa eficiente y la más universal no debe intervenir en los tratados especiales, a no ser cuando se considera los fines que la divina Sabiduría tuvo al ordenar las cosas, para que no perdamos ocasión de alabarla y de cantarle los más bellos himnos.

Y verdaderamente las causas finales (como ya he mostrado abiertamente mediante un ejemplo particular del principio óptico<sup>41</sup>, habiéndolo aprobado mucho el celeberrimo Molineux en sus *Dióptricos*<sup>42</sup>) son empleadas sin cesar con gran fruto aún en los casos físicos especiales, no sólo para que admiremos las bellísimas obras del Autor supremo, sino para que adivinemos entre tanto, por esta vía, las cosas que no se manifiestan por la vía de las eficientes de la misma manera, a no ser hipotéticamente<sup>43</sup>. Uso que hasta ahora los Filósofos quizás aún no observaron suficientemente. Y ha de sostenerse en general que en las cosas todo puede explicarse doblemente: mediante *el reino de la potencia* o de *las causas eficientes*, y mediante *el reino de la sabiduría* o por *las causas finales*; que Dios concibe los cuerpos como máquinas al modo de un arquitecto según *las leyes de la magnitud o matemáticas*, y ciertamente para uso de las almas; por otra parte, que modera<sup>44</sup> para su gloria, según *las leyes de la bondad o morales*, a las almas, capaces de sabiduría, como a ciudadanos y partícipes de cierta asociación

<sup>40</sup> «Es preciso explicar siempre la naturaleza matemática y mecánicamente, con tal que se acepte que los principios mismos o leyes de la mecánica o de la fuerza no dependen de la mera extensión matemática, sino de algunas razones metafísicas» *Carta a Arnauld del 14.7.1686*, GP II, p. 58.

<sup>41</sup> En el artículo «Unicum, Catoptricae et Dioptricae Principium» (AE, Junio 1682, pp. 185-90) sienta Leibniz el principio de que «la luz, al irradiar hacia un punto a iluminar, llega por el camino más fácil de todos» (p. 185) Con su ayuda trata de resolver tanto los fenómenos de reflexión como los de refracción. A la vista de ello, afirma que «se equivocan mucho, por no decir más, los que rechazan con Descartes las causas finales en la Física» (p. 186).

<sup>42</sup> William Molyneux (1656-1698), físico inglés, fundador de una sociedad científica en Dublín. Publicó un tratado de *Dióptrica* en dos volúmenes (Londres, 1692-1702).

<sup>43</sup> Por consiguiente, los planteamientos teleológicos sirven para abrir un acceso que comunica la física con la metafísica, pero también tienen en sí mismos un valor heurístico: gracias a ellos es más sencillo encontrar leyes y causas desconocidas. «Pero la vía de las [causas] finales es más fácil, y no deja a menudo de servir para adivinar verdades importantes y útiles que habría que buscar durante mucho tiempo por esta otra ruta más física [la de las causas eficientes], de lo cual la Anatomía puede proporcionar ejemplos considerables» *Discours de métaphysique*, XXII.

<sup>44</sup> Leyendo con Dosch «*moderante*», en lugar de «*moderantem*», como Gerhardt.



con él, a modo de un Príncipe, más aún, de un padre, y permeabilizándose en todas las partes ambos reinos, no confundidas sin embargo, e imperturbadas las leyes de cada uno, de modo tal que en el reino de la potencia se obtenga lo máximo y en el de la sabiduría, lo mejor<sup>45</sup>. Pero nuestro propósito en este lugar es establecer las reglas generales de las fuerzas productoras, de las cuales podamos servirnos en la explicación de las causas eficientes especiales.

Después he llegado a la verdadera estimación de las fuerzas, y por cierto directamente a la misma, por los más diversos caminos: uno, en efecto, *a priori*, a partir de la muy simple consideración del espacio, del tiempo y de la acción (que expondré en otra parte)<sup>46</sup>, otro, *a posteriori*, estimando la fuerza a partir del efecto que produce al consumirse<sup>47</sup>. Pues no entiendo aquí cualquier *efecto*, sino aquél al que la fuerza está unida o en el que ella debe consumirse, al que, por ello, puedes denominar *violento*, el cual no es como el que ejerce un cuerpo pesado corriendo en un plano perfectamente horizontal, porque tal efecto siempre mantiene la misma fuerza de cualquier modo que se produzca; aunque también cuando este mismo *efecto*, *inocuo* por así decir, fue correctamente empleado, hemos conseguido nuestro modo de estimar, pero ahora lo dejaremos de lado<sup>48</sup>. Sin embargo, he elegido de entre los violentos el que es más capaz de lo homogéneo y de la división en partes similares e iguales, como existe en el ascenso de un cuerpo dotado de gravedad: pues la elevación de un peso a dos o tres pies es precisamente doble o triple de la elevación de un mismo grave a un pie, y la elevación hecha de un grave doble a un pie es precisamente doble de la elevación de un grave simple a la altura de un pie; de donde la elevación de un grave doble a tres pies es precisamente el

<sup>45</sup> Leibniz volverá sobre el tema en un opúsculo tardío, los *Principes de la Nature et de la Grâce, fondés en Raison* (1714). Véase GP VI, pp. 598-606.

<sup>46</sup> La estimación *a priori* se encuentra en el *Dynamica de potentia*, Spec. prael., Demons. quarta (GM VI, p. 291); I pars, sec. III, cap. 2 (GM VI, pp. 359-67). Guéroult realiza un análisis crítico exhaustivo de la misma en GUÉROULT, pp. 110-54

<sup>47</sup> Véase GUÉROULT, pp. 21-55.

<sup>48</sup> En el *Ensayo de dinámica* de 1698 (GM VI, pp. 218, 221), se define el efecto *violento* como el «que consume la Fuerza del agente»; mientras que el efecto *formal* o *esencial* es el producto de la masa del móvil por la longitud de la traslación, definición que también aparece en el *Dynamica de potentia* (GM VI, p. 436), mientras que allí se opone el efecto formal al efecto *activo* o *absoluto*, producido cuando se eleva un grave a una cierta altura o se comprimen resortes. La prueba por efecto *inocuo* o *formal* es precisamente la demostración *a priori* a la que Leibniz acaba de referirse. El efecto formal se llama también inocuo porque no consume la fuerza del móvil que lo produce.

séxtuple de la elevación de un grave simple a un pie, supuesto evidentemente (al menos con fines pedagógicos, aunque quizás el asunto se da en verdad de otra forma, aunque aquí, sin embargo, con un error imperceptible) que los graves caen uniformemente en una distancia mayor o menor desde el horizonte. En efecto, la homogeneidad en el cuerpo elástico no se da con igual facilidad. Así pues, queriendo comparar cuerpos diversos o dotados de diversas velocidades, vi fácilmente sin duda que, si el cuerpo A es simple y el B doble, y por otra parte es igual la celeridad de ambos, también es simple la fuerza de aquél y doble la de éste, cuando precisamente cualquier cosa que en aquél se supone una vez, en éste se supone doble. Pues en el B está dos veces el cuerpo igual y de la misma velocidad A, y nada más. Pero si los cuerpos A y C son iguales, y la velocidad de A es simple y la de C doble, veía que no precisamente lo que hay en A se duplica en C, cuando sin duda se dobla la velocidad, pero no el cuerpo. Y vi que aquí se había errado por parte de aquéllos que creyeron que sólo la propia reduplicación de la modalidad se desdoblaba en la propia fuerza; como ya en otro tiempo observé y advertí que la verdadera y hasta hoy (aun después de escritos tantos *Elementos de Mathesis universal*) no transmitida *arte de estimar* consiste en esto: en que finalmente se llegue a algo homogéneo, es decir, a una cuidadosa y omnimoda reduplicación no sólo de los modos, sino también de las cosas. De cuyo método no pudo darse otro ejemplo mejor y más sobresaliente que lo que se muestra en este mismo argumento.

Para obtener esto, pues, consideré si esos dos cuerpos A y C, iguales en magnitud pero distintos en velocidad, pueden producir algunos efectos equivalentes por sus causas y homogéneos entre sí. Porque así las cosas

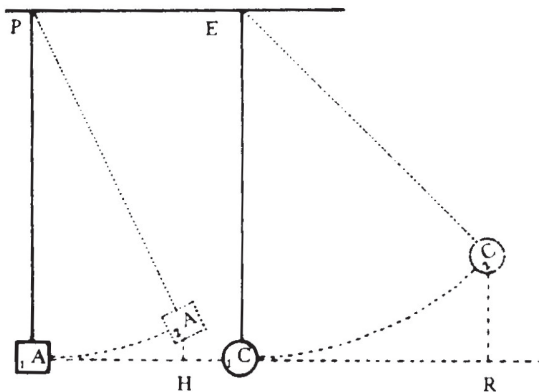


Fig. SD 2

que no podían ser comparadas fácilmente por sí, al menos podían ser comparadas cuidadosamente mediante sus efectos. Por otra parte, asumí que el efecto debe ser igual a la causa, si se produce el gasto o consumo en todo su valor: donde no importa en cuánto tiempo se produce. Supóngase, pues, que los cuerpos A y C (fig. {SD2}) son graves, y que aplican su fuerza en el ascenso, lo que se producirá si en el momento en

que tienen sus mencionadas velocidades, A simple y B doble, se entiende que se elevan en los extremos de los péndulos verticales  $P_1A$ ,  $E_1C$ . Por otro lado consta, por las demostraciones de Galileo y otros, que, subiendo el  
 245 cuerpo A con la velocidad 1 a una altura  ${}_2AH$  de un pie sobre la horizontal HR como máximo, en todo caso el cuerpo C de celeridad 2 puede ascender como máximo a una altura  ${}_2CR$  de 4 pies. De donde se deduce que un grave de velocidad 2 es cuádruple en potencia del que tiene un grado de celeridad 1, puesto que precisamente con el consumo de todo su valor puede realizar el cuádruple. Pues lo que levanta una libra (esto es, a sí misma) a cuatro pies, levanta precisamente cuatro veces una libra a un pie. Y del mismo modo en general se deduce que las fuerzas de los cuerpos iguales son como los cuadrados de sus velocidades y, por ello, las fuerzas de los cuerpos en el universo están en razón compuesta de la simple de sus cuerpos y de la doble de sus velocidades.

Estas mismas cosas las confirmé por el argumento al absurdo (o sea, por el movimiento perpetuo), dándole la vuelta a la opinión contraria, vulgarmente aceptada, sobre todo por los Cartesianos, según la cual se cree que las fuerzas están en razón compuesta de los cuerpos y las velocidades; también me serví de este método, a continuación, para definir dos *estados desiguales en virtud* a posteriori, y distinguir el mayor del menor con una señal segura, y puesto que al poner uno de ellos en lugar del otro no surge el movimiento perpetuo mecánico o efecto superior a la causa, aquellos estados no equivalen entre sí en absoluto, sino que el que fue puesto en lugar del otro fue superior, puesto que produjo algo mayor<sup>49</sup>. Tengo por cierto que la naturaleza nunca reemplaza cosas desiguales en fuerza entre sí, sino que el efecto íntegro siempre es igual a la causa plena; y, sucesivamente, las que son iguales en fuerzas pueden ser sustituidas con seguro raciocinio por nosotros, en libérrima suposición, como si realizásemos aquella sustitución en el acto, sin ningún temor<sup>50</sup> al movimiento mecánico perpetuo. Pues si esto fuese cierto, de lo que vulgarmente están convencidos, que equivalen entre sí un grave A como 2 (tomémoslo, pues, así ahora) dotado de velocidad 1 y un grave C simple, dotado de velocidad 2, debe poder uno de los dos ser colocado en lugar del otro impunemente<sup>51</sup>. Pero esto no es cierto. Supongamos, en efecto, que A como 2,

<sup>49</sup> Argumento desarrollado en el *Ensayo de dinámica* de 1692, traducido en este volumen.

<sup>50</sup> Leyendo con Dosch «*metu*», en lugar de «*motu*», como Gerhardt.

<sup>51</sup> Se trata una vez más del dispositivo introducido en *De Causa Gravitatis* (1690), GM VI, pp. 199-203, y resumido también en el *Ensayo de dinámica* de 1692, propos. 4.

con velocidad 1, ha adquirido en el descenso  ${}_2A_1A$  desde la altura  ${}_2AH$  de un pie; y ya en el propio  ${}_1A$  o en la horizontal existente sustituyamos por él su equivalente (según quieren) el peso C como 1, con velocidad 2, que asciende hasta C o una altura de 4 pies. Así pues, con el mero descenso del peso A de dos libras de una altura de un pie  ${}_2AH$ , y sustituido por el equivalente, conseguimos el ascenso de una libra a cuatro pies, lo que es el doble de lo anterior. Así, hemos ganado otras tantas fuerzas, o realizamos el movimiento mecánico perpetuo, lo que, en todo caso, es absurdo. Y no importa si mediante las leyes del movimiento podemos llevar a cabo en la práctica esta sustitución, pues entre cosas equivalentes también puede 246 hacerse la sustitución con el pensamiento, con toda seguridad <sup>52</sup>. No obstante, también hemos pensado varios métodos con los que se lograría en la práctica, tan aproximadamente como se quiera, que toda la fuerza del cuerpo A se transmita al cuerpo antes en reposo C, mientras que ahora (puesto en reposo el propio A) sea el único en movimiento <sup>53</sup>. De donde se resultará que, en lugar de un peso de dos libras de velocidad 1, habría de sucederle una libra de velocidad 2, si estas cosas equivaliesen; de lo que ya mostramos que surge el absurdo. Y estas cosas no son realmente vanas, ni consisten en logomaquias <sup>54</sup>, sino que tienen gran uso en la preparación de máquinas y movimientos. Pues si alguien dispone de una fuerza a partir del agua, o de animales o de otra causa, por la que un cuerpo de cien libras de peso se conserva en movimiento constante, con el que puede completar un círculo horizontal de un diámetro de treinta pies en un tiempo de la cuarta parte de un minuto, y otro manifiesta que un peso doble completa constantemente en su lugar sólo medio círculo en el mismo tiempo, con un menor consumo, y se lo atribuye como ganancia, has de saber que serás defraudado y engañado en la mitad de las fuerzas. Pero ahora, puestos en fuga los errores, propondremos las verdaderas y realmente dig-

<sup>52</sup> Ante las objeciones técnicas de Papin, Leibniz presenta su prueba como un experimento mental, en línea con muchas de las argumentaciones galileanas. Sobre el detalle de la polémica con Papin, véase ZWARGER, *Die lebendige Kraft*, pp. 21-30.

<sup>53</sup> Estos procedimientos aparecen descritos y discutidos en *De Legibus Naturae et Vera aestimatione virium motricium contra Cartesianos* (1691), GM VI, pp. 207-209.

<sup>54</sup> Nueva premonición. Gran cantidad de autores posteriores sostendrán que toda la polémica de las fuerzas vivas se reduce a una pura logomaquia. Véanse, p. ej., D'ALEMBERT, *Traité de dynamique*, 1743, p. XXIII-XXIV; L. EULER, *De la force de percussion et de sa véritable mesure*, 1746, *Opera omnia*, II, 8, p. 34.

nas de ser admiradas leyes de la Naturaleza de una forma un poco más clara, en la segunda parte de este Bosquejo<sup>55</sup>.

\* \* \*

<sup>55</sup> El final de la primera redacción guarda notables diferencias con la versión definitiva (véase DOSCH, pp. 82-88). Leibniz se extiende allí sobre los problemas tratados en dos pequeños artículos que ha publicado en 1693 en el *Journal de Sçavants* sobre la regla de composición del movimiento, tema que vuelve a aparecer al término de la segunda parte del *Espécimen*.