

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

T E S I S PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN FILOSOFÍA

**LA NOCIÓN DE *FUERZA* EN LEIBNIZ COMO EXTENSIÓN
DE SU METAFÍSICA**

JUAN MANUEL VALENCIA SALINAS

ASESOR: Dr. ALEJANDRO HERRERA-IBAÑEZ

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres

A mis maestros

*A quienes aportaron de manera directa
e indirecta el gusto por la filosofía*

A quienes no comprenden, pero comparten.

*¿De qué tamaño es el Hombre
comparado al Universo?
Del tamaño de la arena, de un leve
soplo de viento,
Del tamaño de su historia, del tamaño
de su tiempo.*

*¿De qué tamaño es el Hombre comparado con su tiempo,
comparado con la arena, comparado
con el viento?
Del tamaño de su mente, donde cabe
el Universo.*

Gonzalo Chanocua 1993

ÍNDICE

Índice	3
Introducción	5
Índice de abreviaturas	10
I. Antecedentes históricos: período antiguo y medieval.	11
I.1 Demócrito y Leucipo.	12
I.2 Epicuro y Lucrecio.	13
I.3 Aristóteles.	16
I.4 Hiparco y Filopón.	19
II. De la Edad Media a la modernidad.	23
II.1 Tartaglia y <i>La nueva ciencia</i> .	24
II.2 Bernardino Telesio.	27
II.3 Kepler.	28
II.4 Galileo Galilei y los galileanos.	31
III. La física de Descartes y Hobbes.	39
III.1 Ontología y Física cartesiana.	40
III.1.1 Naturaleza de la materia.	41
III.1.2 Naturaleza del movimiento.	43
III.1.3 Leyes del movimiento.	46
III.2 La física y el <i>conatus</i> en Hobbes.	51
III.2.1 En tanto movimiento.	52
III.2.2 En tanto cantidad y <i>transmisión</i> del movimiento.	53
III.2.3 En tanto fuerza y los modos de ésta.	54
III.2.4 En tanto <i>potencia</i> \approx <i>causa</i> y <i>acto</i> \approx <i>efecto</i> .	55
IV. Física leibniana.	57
<i>Fuerza físico-mecánico-matemática</i>	
IV.1 A modo de introducción.	57
IV.2 Física temprana.	59
IV.2.1 De la materia.	59
IV.2.2 El movimiento y el <i>conatus</i> .	60
IV.3 Física de transición.	63
IV.3.1 Insuficiencias explicativas	63
IV.3.2 Conservación de la <i>fuerza</i> vs. conservación de la cantidad de movimiento	64

IV. Física de madurez	69
V. Dinámica leibniana.	71
<i>Fuerza ontológico-dinámica</i>	
V.1 Hacia el <i>Bosquejo dinámico</i> .	71
V.2 El <i>Bosquejo dinámico de 1695</i> .	81
V.3 Resumen.	94
Apéndice A.	96
Apéndice B.	
Apéndice C.	
Apéndice D.	
VI. Ontología leibniana	97
<i>Fuerza lógico-ontológica</i>	
VI.1 Verdades de razón	99
VI.2 Verdades de hecho	100
VI.3 El <i>Principio de razón suficiente</i>	104
VI.4 De los <i>posibles</i>	106
Conclusiones	110
Bibliografía	116

INDICE DE ABREVIATURAS

ANDREU I: *Methodus Vitae (Escritos de Leibniz) Vol. I, Naturaleza o Fuerza*, edición de Agustín Andreu, Universidad Politécnica de Valencia, España, 1999.

ANDREU II: *Methodus Vitae (Escritos de Leibniz) Vol. II, Individuo o mónada*, Universidad Politécnica de Valencia, 1999.

AT: *Oeuvres de Descartes*, edición canónica franco-latina a cargo de C. Adam y P. Tannery, Vrin, CNRS, París, 1964-76.

C: Couturat, Louis, *Opuscules et fragments inédits de Leibniz*, Hidesheim, G. Olms, 1961.

Echandía: Aristóteles, *Física*, introducción, traducción y notas de Guillermo de Echandía, Gredos, Madrid 1995.

ED: Leibniz, G. W., *Escritos de dinámica*, Estudio preliminar y notas de Juan Arana Cañedo-Argüelles, traducción de Juan Arana Cañedo-Argüelles y Marcelino Rodríguez Donís, Tecnós, Madrid, 1991.

Loemker: Leibniz, G.W., *Philosophical Papers and Letters*, 2ª ed., versión de Leroy E. Loemker, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1969.

Mundo: Descartes, René, *El mundo. Tratado de la luz*, edición, introducción, traducción y notas de Silvio Turrió, Anthropos, Madrid, 1989.

Olaso: Leibniz, G. W., *Escritos filosóficos*, ed. por Ezequiel de Olaso, notas de Ezequiel de Olaso y Roberto Torreti, Tomas E. Zwanck, Charcas, Buenos Aires, 1982 (Biblioteca de filosofía).

PF: Descartes, René. Y G. W. Leibniz. *Sobre los principios de la filosofía*, traducción y notas por E. López y M. Graña, Gredos, Madrid, 1989.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo intento reconstruir de manera ordenada la noción de *fuera* leibniziana en los múltiples aspectos en que la trató de definir Leibniz. Como primer objetivo de la tesis procuré encontrar las formulaciones antiguas y medievales, así como de las etapas previas al renacimiento, referentes a las nociones similares de este concepto. Como criterio de búsqueda, consideré adecuado delimitar los múltiples aspectos en que este concepto de *fuera* (o sus sinónimos, como *dynamis*, *energeia*, *vis*, *virtus*, etc.) es tratado en diferentes autores, para enfocarme en el aspecto que más ha influido en el desarrollo de la mecánica del movimiento y las leyes que lo regulan: la tradición del *impetus*, es decir, la *fuera* en su sentido físico-mecánico, dejando de lado todas aquellas acepciones en las que se encuentra una aplicación a la moral, a la voluntad, al nivel espiritual, mágico u oculto. Así, remarco la línea en la cual se trata de identificar la noción de *fuera*: desde el punto de vista mecánico del movimiento, choque e interacción de cuerpos y, hasta llegar a Leibniz, la *fuera* en el sentido dinámico y ontológico.

Como segundo objetivo, damos una mirada histórica al período comprendido entre la Edad Media y la Modernidad para retomar el nuevo enfoque que los científicos y filósofos imprimen al concepto de *impetus*. Esta tradición del *impetus*, inició con un planteamiento aristotélico, quien lo utilizó para rechazarlo por “absurdo” y tuvieron que pasar varios siglos para que la idea fructificara en filósofos como Hiparco, Filopón y Buridán quienes tratando de ampliar e inclusive romper el esquema de la física aristotélica, incluyeron elementos en la mecánica que poco a poco ayudaron a definir las nociones relacionadas con

el *impetus*. Así, abordo las diferentes concepciones que se fueron construyendo sobre esta noción, sobre todo con Galileo y los galileanos, cuyas propuestas fueron ampliamente debatidas por los modernos; ejemplo de esto lo constituye la diferencia teórica de la mecánica de Descartes, quien al tratar de sentar las leyes del movimiento y del choque de cuerpos, desató una polémica sobre el correcto cálculo de las interacciones y de la precisión conceptual de nociones como *momento*, *cantidad de movimiento*, *inercia*, etc., y de los elementos que estaban interviniendo, polémica que atrajo a diversos científicos de la época incluyendo, a Leibniz.

Como tercer objetivo abordo someramente la mecánica y física propuesta por Descartes y por Hobbes, como disciplina fundamental de este trabajo porque ocupa un lugar central en las discusiones de la época acerca del movimiento, la naturaleza de la materia, del espacio y de lo que Leibniz denomina como *fuera*. Dejo para un trabajo posterior la aportación newtoniana y la discusión sobre los tipos de *fuera*, ya que entre ambos autores (Newton y Leibniz) existían diferencias acerca de las propiedades de la materia cuando un cuerpo está en reposo y cuando esta en movimiento, así también, la polémica sostenida con Samuel Clarke (portavoz de Newton) sobre la naturaleza del espacio y el tiempo. No hay que olvidar que para Newton el concepto de *fuera* fue más bien un concepto operativo cuya realidad ontológica no sostuvo.

En los capítulos relativos a la física leibniziana existe un problema al abordar el concepto de *fuera* y éste consiste en que lo maneja en diferentes planos y lo analiza desde distintos ángulos; en su período de juventud el tratamiento que le da al concepto es físico-mecánico-matemático; en el período de transición se transforma en dinámico-ontológico, y en el

período de madurez se agrega el lógico-ontológico sin dejar de lado los dos anteriores, por lo que para aproximarnos de una manera ordenada, es conveniente subdividir todas las expresiones y escritos sobre la *fuerza* en tres categorías básicas:

- A) Noción de *fuerza* **físico-mecánico-matemática**,
- B) Noción de *fuerza* **ontológico-dinámica** y
- C) Noción de *fuerza* **lógico-ontológica**.

En la primera categoría podemos abarcar aquellas nociones que Leibniz utiliza cuando habla de choque de cuerpos en movimiento, o de sistemas en rotación, o de caída y aceleración de graves, es decir, cuando trata de formular matemática y geoméricamente el análisis del comportamiento de cuerpos, lo que constituye el objetivo del capítulo IV. En esta clasificación podemos incluir las objeciones a Descartes sobre las leyes de conservación del momento y fuerza ya que éste le da un tratamiento matemático-mecánico.

En la segunda categoría se incluyen las definiciones leibnicianas sobre la relación entre las mónadas (es decir, las *unidades* verdaderas o sustancias) y el mundo material, por ejemplo, las causas eficiente y formal, la causa plena y el efecto entero, o cuando menciona la fuerza en el sentido activo. De igual forma cuando se refiere a la fuerza como primitiva identificándola con el “alma” o *formas sustanciales*, es decir, aquel aspecto de la naturaleza

que se relaciona con las *unidades de fuerza* o *mónadas*¹. Lo que constituye el objetivo del capítulo V.

Por último, como objetivo del capítulo VI, desarrollo la tercera categoría en la que expongo de qué forma la *fuerza* pertenece a la definición de *posible*, concepto que se integra en su metafísica y su lógica. Si bien el criterio seguido en las dos primeras clasificaciones es cronológico, tratando de llegar a la construcción de la *mónada*, pasando por las transformaciones de la física y la mecánica, en la tercera clasificación no podremos seguir el mismo método, pues en Leibniz se da el fenómeno de *integrar* aspectos que desde joven siempre le preocuparon, como la ontología y la lógica, con sus resultados y descubrimientos teóricos en física y matemáticas (tal es el caso del cálculo diferencial y la dinámica), por lo que el tratamiento es simultáneo, es decir, hay nociones que a lo largo de su vida sólo se reafirman o ligeramente se modifican *en función* de nuevas ideas, pero en esencia se mantienen; como por ejemplo su noción de posibles; por tanto, propongo que de acuerdo con su postura, el concepto de *fuerza* se halla en el germen mismo de su ontología y posee una relación estrecha con sus nociones sobre la verdad y el principio de razón suficiente, en donde Leibniz habla de posibilidad, composibilidad, mundos *posibles*, etc.; y lo que posteriormente calificará como “pugna”, “lucha”, “esfuerzo” (o *nisum*) que todo posible tiene por existir, así como la relación estrecha que posee con el concepto de *conatus*.

Como este último capítulo trata aspectos no tocados previamente, en él realizo un repaso general a las ideas leibnicianas que más intervienen en esta clasificación, pero esto resta

¹ Inclusive en una carta a Des Bosses de 1715 [en *Loemker* 609] llega a definirla como *conatus primitivo*.

profundidad en aspectos que, de otra forma, sería necesario abordar en un trabajo más extenso. Ejemplo de ello son sus teorías sobre los “principios” del conocimiento y razonamiento humanos, los cuales se enlazan fuertemente con esta clasificación; las ideas relativas a su concepto de verdad y a la lógica, así como algunos aspectos relativos al lenguaje.

Pero más que ubicar las distintas clases de fuerza, en este trabajo propongo que existe un nivel lógico-ontológico de la *fuerza* en la visión leibniziana, la cual se relaciona con toda su metafísica y su dinámica. El principal problema en el estudio y análisis de esta clasificación consiste en que Leibniz desde joven siempre tuvo la inclinación (influido principalmente por Hobbes) de proponer una especie de *conatus*, en lo que denominó como “posibles”² (en 1676), que está circunscrito más bien al campo de la ontología que al de la mecánica, e inclusive, al de la dinámica, lo que hace que en este nivel de la *fuerza*, no se siga el criterio cronológico que en los otros niveles (físico-mecánico y ontológico-dinámico). Es necesario señalar que el concepto de *fuerza* en Leibniz está estrechamente relacionado con el de *conatus* e *impetus*, conceptos muy importantes en toda su visión del mundo, los cuales únicamente tienen su “reflejo” en diferentes niveles, atravesando desde la geometría, hasta la ontología.

Las preocupaciones fundamentales que motivaron este trabajo, oscilan entre el desconocimiento de los orígenes de la ciencia moderna y el interés por explorar las propuestas leibnizianas de la dinámica y la ontología, pues originalmente la tesis versaba en el concepto de espacio y tiempo con referencia a Newton y Clarke. De este modo, el tema

² Véase capítulo VI.5 de este trabajo, en el apartado *De los posibles*.

me fue “llamando” a aclarar y aclararme la noción de *fuera* tan importante y fundamental para una época de la ciencia moderna y contemporánea, observando sus orígenes y problemas que llegó a plantear.

I. Antecedentes históricos: período antiguo y medieval

*Principios de todas las cosas son los átomos y el vacío*¹

El objetivo de este capítulo consiste en hallar las nociones y conceptos que fueron utilizados para sentar las bases de la mecánica del movimiento formuladas por pensadores antiguos y medievales y que tuvieron mayor repercusión en los pensadores modernos, principalmente en Leibniz.

El problema del cambio, del movimiento, la materia, el tiempo, espacio y las causas que los regulan, fueron abordados por los antiguos desde diferentes ángulos, algunos teológicos, otros dialécticos, los más físicos e, inclusive, matemáticos; sin embargo, la historia nos indica que fueron principalmente las explicaciones físico-matemáticas las que más influyeron en los trabajos de los pensadores en la modernidad y que abordaron los temas de la ciencia del movimiento, como Galileo y Newton. Corrientes como el atomismo tuvieron mayor incidencia para la comprensión de la mecánica del movimiento puesto que era más sencillo el cálculo con figuras simples que con las complejas, además de que las propiedades de los cuerpos deberían ser mínimas para facilitar la representación matemática. Es por esto que consideramos el atomismo un punto de partida para tener un esquema general del campo a tratar: la *fuerza* en Leibniz, quien a lo largo de su vida rechazó el átomo como componente fundamental de la materia y propuso que inclusive la materia misma era sólo una especie de fuerza, por lo que su rechazo involucró diferentes formas de entender el átomo y la materia, las que, además, estuvieron fuertemente

¹ Diógenes Laercio IX 44-45,[citado en *Los filósofos presocráticos*, p. 188]

relacionadas con el tratamiento del choque de cuerpos, aspecto fundamental si se entiende que fue a partir de consideraciones sobre el choque lo que provocó la invención de la dinámica leibniana.

I.1 Demócrito (460 a.C-?) y Leucipo (460-398 a C).

En la modernidad, el concepto de fuerza estuvo fuertemente ligado al problema del choque de cuerpos; en un caso idealizado, al de corpúsculos, el cual planteó la necesidad de retomar las características de los mismos, las cuales se remitían a características dadas por los atomistas antiguos a los átomos.

Para dar un panorama general, retomemos las concepciones atomistas dadas por Demócrito y Leucipo, incluyendo sus explicaciones del movimiento, caída e interacción de átomos.

Leucipo, maestro de Demócrito, creía que la materia se constituía por átomos: cuerpos o corpúsculos² invisibles por su pequeñez y volumen, e infinitos en número, indivisibles, indestructibles e inmutables. Demócrito aumenta las características de dichos átomos y agrega que entre ellos mismos se diferencian por sus determinaciones que son: 1) la figura, 2) el orden y 3) la posición³. Sin embargo la posición y el orden requieren un elemento no atómico, esto es, el vacío: “Átomos, gran vacío, separación por división, configuración, disposición, dirección, dispersión esférica, remolino”⁴.

² Marco Tulio Cicerón, *De la naturaleza de los dioses*, Lb. I, XXIV, p. 66-67:

“Éstas son las opiniones escandalosas de Demócrito y antes también las de Leucipo: que hay algunos corpúsculos lisos, otros ásperos, otros redondos; pero unos angulados, otros curvos y casi aduncos; que con ellos se hizo el cielo y la tierra sin ningún agente que los uniera, sino por un concurso fortuito”.

³ Aristóteles, *Metafísica*, I,4 985b: “(Leucipo y Demócrito) dicen que las diferencias (de los átomos) son causa de las otras (diferencias) entre las cosas. Afirman en efecto, que esas diferencias son tres: figura, orden y posición”.

Y también en Aristóteles, *Metafísica*, VIII,2 1042b: “Demócrito al parecer, pensó que tres son las diferencias (de las sustancias), pues el cuerpo sustrato, es decir, la materia, es uno y el mismo, pero difiere por estructura que es figura, o por dirección, que es posición, o por contacto, que es orden”.

⁴ W.K.C. Guthrie, *Historia de la filosofía griega II*, “Del libro sobre el grandioso orden del cosmos”, p. 341.

Así, la materia, el movimiento y el cambio tienen un fundamento único: los átomos y el vacío; aunque invisibles para los sentidos, “visibles para el intelecto”. Con esta teoría, pretendían explicar toda la realidad, excluyendo desde luego cualquier tipo de *fuera*, excepto aquella que hacía a los átomos “unirse” entre sí debido a las variadas figuras que podían tomar (como los ganchos que al atorarse “pareciera” que tienen una *fuera* de cohesión, cuando en realidad es una simple trabazón), lo que significa que el movimiento de los átomos no posee una característica dinámica sino simplemente cinemática, es decir, no existe algo que haga a los átomos *cohesionarse*⁵ sino es sólo el movimiento aleatorio y violento⁶ el que provoca las diversas figuras que hay en la naturaleza, aunque bien podría preguntarse cómo es que llegan a organizarse o bajo que influencia pueden “generar ordenadamente” determinados compuestos materiales e inclusive, formas geométricas.

I.2 Epicuro (341-270 a.C.) y Lucrecio (94-50 a.C.)

Epicuro retoma del atomismo antiguo la idea de que la realidad está constituida por átomos y vacío. Del primer elemento –los átomos–, los cuerpos muestran su existencia; del

⁵ Simplicio comenta en *Del cielo* 242, 15 que “ al encontrarse unos (átomos) con otros entran en colisión. Algunos rebotan al azar, otros se *enlazan* conforme a la simetría de sus figuras, magnitudes, posiciones y órdenes y se mantienen unidos, dando así por resultado la generación de los compuestos” [citado en *Los filósofos presocráticos*, 220], (las cursivas son mías).

⁶ Aristóteles, *Del cielo*, III-2 300 b: “Por eso, Leucipo y Demócrito, quienes afirman que los cuerpos primeros se mueven eternamente en el vacío, es decir, en lo infinito, tendrían que haber dicho de que movimiento se trata y cual es en ellos el movimiento natural”.

También Simplicio menciona en *Del cielo* que: “(Demócrito y Leucipo) decían que los cuerpos que, según ellos, son primeros, se mueven eternamente en el vacío infinito con violencia” [citado en *Los filósofos presocráticos*, p. 221].

segundo elemento –el vacío-, el hecho de que exista movimiento de dichos cuerpos. Por tanto el vacío no es *no ser*, sino naturaleza intangible.

Sin embargo, tanto Epicuro como Lucrecio marcan diferencias esenciales con los antiguos:

- 1) Para Leucipo y Demócrito las características del átomo son la figura, el orden y la posición; para Epicuro y Lucrecio son la figura, el peso⁷ y el tamaño. Las figuras podrían ser variadas formas geométricas y los tamaños también.
- 2) Epicuro introduce la teoría de los *mínimos*⁸, según la cual los átomos pequeños y grandes son física y ontológicamente indivisibles pero están constituidos por estos mínimos *ideal y lógicamente*, aunque no físicamente. Estos *mínimos* son la unidad de medida.
- 3) Con respecto al movimiento de los átomos, los antiguos sostenían una serie de giros y circunvoluciones generales⁹; en cambio, para Epicuro el movimiento es de “caída libre” debido a su peso¹⁰. En Lucrecio, sin embargo, el movimiento de los átomos

⁷ Según Andre Cresson (en *Epicuro*, p.26) “todos los átomos (para Epicuro) poseen por naturaleza pesantez que les es propia (...) Los filósofos encontraban pues completamente natural que cada masa tuviera un peso que le era inherente, y que la llevaba en una dirección definida si nada se oponía a su movimiento natural”.

⁸ Cf. nota 84, p.209 en [*los filósofos presocráticos III*] se halla una referencia de que Simplicio retoma la creencia de Epicuro de que los átomos están constituidos por partes *mínimas* aunque no separables físicamente.

⁹ Diógenes Laercio comenta que estos átomos “se desplazan en el universo arremolinándose y de este modo generan todos los compuestos” [citado en *Los filósofos presocráticos III*, pp. 224-25].

¹⁰ A este respecto, Cicerón nos comenta [*De la naturaleza de los dioses*, Lb. I, XXV, p.69] que “como viera Epicuro que si los átomos se van a un lugar inferior por su propio peso, nada dependería de nuestra libertad porque el movimiento de ellos sería cierto y necesario, encontró de que manera escapar de la necesidad (lo que, sin duda, se le había escapado a Demócrito) dice que el átomo por su peso y gravedad [cuando] se va derecho hacia abajo, se desvía un poco”.

en un principio o en el origen de la creación, no está determinado por el peso, ni siquiera es una cualidad primaria de él, sino que es hasta que comienza el proceso de diferenciación cuando adquiere cada átomo un movimiento, en el cual no existe ni arriba ni abajo.

4) Para Epicuro, los átomos no pueden rebasar cierto tamaño, puesto que son de naturaleza imperceptible, pero para Demócrito, éstos pueden ser “muy grandes”¹¹.

Conforme vayamos viendo el desarrollo del concepto de *fuerza*, se hará manifiesta una ruta doble: a) por un lado el *choque* de cuerpos y, por otra 2) el movimiento *impreso* por una *fuerza*, ya que sólo podían relacionarse en tanto “átomos interactuando o chocando”.

En las concepciones atomistas de los cuatro autores mencionados, podemos observar que la noción de *fuerza* es algo semejante a *fuerza de cohesión*, esto es, la fuerza que une átomos de diferentes figuras y tamaños, aunque bien podríamos preguntar cómo es que átomos de una figura idéntica (supongamos cúbica) pueden “cohesionarse” teniendo superficies lisas. De hecho puede plantearse una segunda posible acepción de la *fuerza*, en este caso, la que obliga a los átomos a mantenerse en giros o circunvoluciones generales (en el caso de Leucipo). En Epicuro, en cambio puede

También Aristóteles en el *Del cielo* I-7, 275 b, realiza una crítica muy fuerte al atomismo la cual perduró en las aparentes “contradicciones” que subyacen en proponer algo parecido al vacío y que fueron tratadas por pensadores medievales: “Si el universo no fuese continuo sino que, como afirman Leucipo y Demócrito, estuviera compuesto por elementos separados por el vacío, todos los elementos tendrían, necesariamente, un único movimiento”.

¹¹ Rocher, Alba Ledesma, “La materia en los primeros filósofos atomistas: I. El atomismo de Leucipo y Demócrito” en Laura Benítez y José Antonio Robles (coord.), *Materia, espacio y tiempo: de la filosofía natural a la física*, FF y L, UNAM, 1999, pp. 116-7.

plantearse la *fuerza* como *fuerza impresa*, es decir, el movimiento surgido del peso del átomo y del choque con otros; sin embargo esto no es claro, pero bien puede ser el antecedente del *impetus* medieval. De cualquier forma, el problema del movimiento va a ser un punto de reflexión necesario para uno de sus más grandes detractores: Aristóteles.

Para Aristóteles¹², la crítica a la teoría atomista consiste en que no explica la causa del movimiento en cada partícula atómica sino que la supone sin dar razones. La mayor parte del Libro VIII de la *Física* procura establecer el error de postular un movimiento eterno sin una causa, con el cuidado de recordar que para Aristóteles el movimiento se define según las cuatro formas posibles del mismo, como se verá más adelante¹³.

Sin embargo, un aspecto relevante en el pensamiento antiguo es la concepción de la naturaleza del átomo *como movimiento*: es decir, no existe explicación causal del movimiento del átomo, porque *ésa es* su naturaleza: el átomo *es* movimiento tanto como es átomo, toda partícula atómica está en movimiento no por una causa sino porque *ésa es* su naturaleza. Lógicamente para Aristóteles eso es insuficiente, no hay una buena razón. Pero, ¿acaso nuestra contemporánea idea de una “partícula de luz” o fotón, no posee como característica de su “naturaleza” una velocidad c ¹⁴?, ¿O acaso nos preguntamos qué hace a cada fotón viajar con la velocidad c ?¹⁵

¹² *Física* 250 b10-15/*Echandía* 423.

¹³ Capítulo I.3.

¹⁴ C equivale a 299, 792,458 m./seg.

¹⁵ En una pequeña charla en las clases del seminario de Historia de la Filosofía, el Dr. Shahen Hacyan me comentó acerca de la relación existente entre una partícula sin masa (como es el caso del fotón) o *energía* y su velocidad, la cual posee una velocidad tope c por el hecho de carecer de masa, lo que considero equivale a

I.3 Aristóteles (384-322 a.C.)

Como siguiente eslabón en nuestro recorrido, nos detendremos en Aristóteles, el cual vivió en el período intermedio de Leucipo-Demócrito y Lucrecio-Epicuro, y fue quien circunscribió el campo de acción del tema del movimiento y la materia a la *Física*. Aristóteles retoma (entre otros) las concepciones atomistas de la realidad y la naturaleza de la materia, así como sus explicaciones del movimiento, cuestiones que, aunque intentó resolver, dejaron insatisfechos a filósofos posteriores. En su estudio hallamos dos sentidos distintos para el concepto de *fuerza*: 1) ontológico-dinámico y 2) cinemático-mecánico.

1) *Fuerza* en sentido “ontológico–dinámico”.

Fuerza como *potencia (dynamis)* se relaciona con la *actividad propia* de los entes desde un punto de vista ontológico, esto es, como un *principio del movimiento y el cambio*¹⁶ que lleva a los entes (naturales) a su realización (*telos*, meta o fin). Aristóteles recurre a herramientas conceptuales para explicar el movimiento y el cambio; sin embargo, entiende el movimiento de cuatro modos diferentes¹⁷: a) cambio según la sustancia: generación y

trasladar el problema de su naturaleza (como movimiento) no a un corpúsculo de materia, sino a un *quantum* (o paquete discreto) de energía, que a fin de cuentas, su movimiento *depende* de su cantidad de masa (?).

¹⁶ *Física* 193 a30/ *Echandía* 133.

¹⁷ *Física* 200 b10-202 b29/ *Echandía* 176-187.

corrupción, b) cambio según cualidad: alteración, c) cambio según cantidad: aumento y disminución y d) cambio según el lugar: traslación. La *potencia* en un primer sentido se relaciona con los tres primeros modos. Aristóteles utiliza el concepto de *compuesto de materia y forma* para aclarar la naturaleza de los entes, pero sólo desde un punto de vista estático, es decir, todo ente está compuesto de éstas, ambas con sus características.

Desde un punto de vista dinámico, todo ente cambia en su materia, sus modos, sus accidentes, etc.; para lo cual utiliza otra herramienta: la teoría de las cuatro causas¹⁸. En esencia dicha teoría nos dice que todo ente puede ser conocido si se conocen sus causas, las cuales se dividen en cuatro: 1) causa formal, 2) causa material, 3) causa eficiente y 4) causa final. Las dos primeras hablan de la esencia del ente y de qué está hecho. Las dos segundas hablan de su génesis y de su finalidad. De aquí se sigue que todo ente tiene un origen y tiene un fin, además de poseer cierta naturaleza.

Ahora bien, cuando dicho ente se encuentra *en proceso* de su finalidad, se dice que *potencialmente* es aquello a lo que se dirige, pero que en este momento todavía no es. Cuando, en cambio, *es* su finalidad, ha llegado a su fin, entonces “en este momento” es un ser en *acto*, pleno, acabado, completo. En este esquema la *fuerza* como *dynamis* es un “principio del movimiento y del cambio”¹⁹, es el aspecto ontológico en el que la realidad se explica como potencialidad, aquella tendencia a transformarse, a cambiar. De una forma integral, esta *dynamis* o *potencia*, es una “fuerza” que obliga, explica y dirige a los entes en su totalidad a transformarse en cierto fin, objetivo o meta. Sin embargo, de manera parcial,

¹⁸ *Física* 194 b23-195 a3/ *Echandía* 141-142.

¹⁹ *Física* 200 b10/ *Echandía* 176.

esto no es suficiente para explicar las causas por las cuales un objeto cualquiera permanece o cambia en cierto estado de movimiento, entendido en el cuarto modo, es decir, traslación o cambio de lugar.

2) Fuerza en sentido cinemático-mecánico.

En el segundo sentido de *dynamis* (*dýnamis kinetiké*) se plantea el problema del movimiento en el cuarto modo, es decir como desplazamiento o cambio de lugar y la transmisión de éste. El ejemplo de una flecha en el aire o de una piedra que es lanzada con cierta fuerza, hace manifiesta la necesidad de explicar por qué dichos cuerpos se siguen moviendo sin la causa que los empujó. Aristóteles apoyado en su teoría del “lugar natural”²⁰, propone una explicación del movimiento de los cuerpos de acuerdo con la naturaleza de sus elementos componentes²¹, tomando el elemento tierra como estando en el centro de la tierra o del universo como su lugar natural, seguido por el agua, el aire, y el fuego, que posee un movimiento ascendente porque su lugar natural es el cielo. Así, todo movimiento está definido “naturalmente”, como esa tendencia del cuerpo a ocupar el lugar que le corresponde de acuerdo a su naturaleza y violentamente si es empujado a un lugar contrario a la misma. El famoso ejemplo de un lanzador arrojando un cuerpo obligó a Aristóteles a explicar la causa que hace del objeto realizar una trayectoria *aun* cuando el lanzador no está en contacto con el mismo, atribuyendo al aire la causa de su movimiento e intentando proponer movimientos circulares. En la *Física*²² plantea también el caso de movimientos rápidos o lentos según su relación a la distancia y al tiempo con una

²⁰ *Física* 215 a1-6/ *Echandía* 253, 255 a1-6, 440-441.

²¹ *Física* 208 b18-22/ *Echandía* 223.

²² *Física* 250 a6, 8 y 18/ *Echandía* 414-415.

referencia a los mismos en tanto “fuerzas” que provocan distintas reacciones, es decir, diferentes magnitudes *físicas*.

No se considerarán aquí los intentos aristotélicos por resolver la cuestión; sin embargo fueron precisamente estos problemas y la insuficiencia de las explicaciones, lo que hizo que diversos pensadores buscaran nuevas rutas, siguiendo en algunas a Aristóteles²³, otras tratando de desembarazarse de sus posturas. Sin embargo, los análisis subsiguientes abrieron rutas para descubrir las fuerzas implicadas en el movimiento de los cuerpos.

Tratar de dar solución a los problemas planteados por Aristóteles -incluso el de por qué los cuerpos caen o ascienden-, trajo como consecuencia el análisis del movimiento de los mismos y de sus causas internas y externas, a la par que la creación de herramientas conceptuales que ayudarían a comprender el fenómeno. Tal es el caso de la noción de *impetus*.

I.4 **Hiparco** (150-100 a.C) y **Filopón** (490-566)

Las propuestas aristotélicas ejercieron una influencia decisiva en el período posterior y en la Edad Media, pero hubo pensadores que criticaron al Estagirita en sus concepciones de la física y las soluciones del problema del movimiento, las cuales detuvieron el desarrollo científico por más de 1500 años. Pensadores como Filopón e Hiparco se aventuraron a

²³ De hecho en un intento aristotélico, por encontrar absurda la propuesta de concebir en un “moviente” algo que se trasfiere a lo movido aparte del movimiento, es decir, una especie de facultad de mover, crea de *manera negativa* el germen del “impetus”, por el cual pensadores como Hiparco, Buridán y Filopón investigaron esta posibilidad: “o bien habrá que suponer que hay algo transmitido de una cosa a otra, como dijimos antes en el caso de los proyectiles” [en *Física* 267 b 13 –15/*Echandiá* 489-490 y en Sambursky, *El mundo físico a finales de la antigüedad*, p. 84].

cuestionar, e inclusive transformar *algunos* supuestos de la física aristotélica; tal es el caso de proponer el vacío material, debido a Filopón, y del *impetus residual*, de Hiparco. En cuanto al problema de por qué un cuerpo, al dejar el objeto que lo lanza, permanece en una proyección o en un movimiento, Hiparco fue el primero en proponer el concepto de “*impetus*” concibiendo éste como una *fuerza instantánea* impartida a un cuerpo en movimiento, almacenándose luego en el mismo. En efecto, la concepción de Hiparco consistía en proponer una *fuerza de proyección* (usando los términos de Filopón) en el lanzamiento vertical, cuya *impresión* en el cuerpo hacía que éste ascendiera hasta que, al agotarse gradualmente, provocaba que el cuerpo descendiera debido a la fuerza de atracción de la tierra.²⁴

El problema con la caída de un objeto es que se plantea en forma de un impulso generado por un lanzador (supongamos en sentido perpendicular ascendente) y que, al agotarse este *impetus residual* comienza a descender, lo que supone que el movimiento descendente ya no contiene ninguna clase de *impetus*. Sin embargo, Hiparco consideró el caso de un objeto en caída libre y la pregunta consecuente es si lleva o no una fuerza impresa, con lo que al parecer “Hiparco extendió su teoría a tal caso, Hiparco debe haber estado pensando en una especie de *impetus potencial* que reside de forma latente en todo cuerpo que no se encuentre en su lugar natural”²⁵.

Aquí cabe mencionar que el llamado *impetus potencial* pareciera ser el antecesor de lo que en la actualidad se denomina **energía potencial**, como en el ejemplo del agua contenida en

²⁴ Sambursky, *Op. Cit.*, pp. 84-86.

²⁵ *Id.*, . 87

una presa a cierta altura, lo que es similar al objeto sostenido. Al parecer no estaban preparados (Híparco y Filopón) para considerar la posición de un cuerpo como conteniendo una fuerza “latente”, sin apelar a las ideas aristotélicas de lugar natural y de los elementos. Aquí la posible noción de *fuerza* es más bien el propio peso y el *impetus*.

Juan Filopón, en cambio, propone una noción de *fuerza cinética*. Al intentar explicar y entender el movimiento de la flecha o la piedra en el aire, trata de identificar cómo se transmite el movimiento a dicho cuerpo y si es esta causa el aire o algo impreso por el lanzador²⁶. Filopón analiza y refuta las posibilidades planteadas en la física aristotélica, en el caso del generador del movimiento, cuestionando el papel del lanzador y del arco como causas del mismo y llegando a la conclusión de que son innecesarios para la propulsión del objeto lanzado y de la flecha. Inclusive plantea la posibilidad del vacío; en tal caso, el objeto lanzado no necesita del concurso del aire, lo que hace más fuerte y necesaria la existencia de “algo” en el objeto; de hecho, negó que el medio externo a un cuerpo en movimiento fuese causa del desplazamiento del mismo. Este “algo” será una fuerza cinética transferida al objeto lanzado y de naturaleza incorpórea. En opinión de Sambursky:

Quizá merezca la pena señalar el uso que hizo Filopón de dos términos diferentes para el impetus, *potencia (dynamis)* cinética y *fuerza (energeia)* cinética. Su uso indiscriminado de ambos términos para un concepto que tiene cierta relación con nuestra moderna ‘energía’, dista mucho del uso aristotélico del término *dynamis* y *energeia*, para referirse a la potencialidad y a la actualidad.²⁷

²⁶ *Id.*, 88-89. Filopón cuestiona seriamente la función del aire en el lanzamiento de un proyectil, planteando posibilidades que anulan su papel (en *A source book in greek science*, 221-223).

²⁷ Sambursky, 90, y en el comentario a la *Física* (en *A source book in greek science*, 223).

Para concluir, de la mayoría de los pensadores vistos en este capítulo podemos remarcar tres aspectos:

- 1) La *fuera* tiene diferentes acepciones, en un sentido, como *potencia* o principio de cambio y, en otro sentido, como relacionada sólo a la cinemática, al movimiento y a los cambios del mismo.
- 2) La *fuera* en el atomismo se relaciona más con la *cohesión* de átomos entre sí, puesto que en la explicación del movimiento, éste les es innato.
- 3) La acepción más cercana a la modernidad es la de *impetus*, como una *fuera* inmersa, transmitida o transferida a un cuerpo, e inclusive como una *fuera* latente en todo cuerpo que no se encuentre en su “lugar natural”.

Lo que nos indica que la *fuera* es un concepto que se halla en tensión entre propuestas metafísicas y cinemáticas, y que fueron precisamente estas últimas las que mayores frutos rindieron a la mecánica en la modernidad.

II. De la Edad Media a la modernidad

Como continuación de los estudios realizados en la Edad Media encontramos el intento de varios pensadores por contribuir a la explicación del fenómeno de los choques de cuerpos y el movimiento de proyectiles, además de sistematizar los conocimientos de física y matemáticas.

Uno de los principales aspectos de esta época (previa, durante y posterior al renacimiento) es el notorio resurgimiento de explicaciones de la naturaleza del mundo, del cambio, etc., desde los puntos de vista herméticos, pitagóricos y neoplatónicos. En el caso del concepto de *fuera*, las explicaciones del movimiento de cuerpos formaban parte de teorías que atribuían como causas cualidades ocultas o quiméricas, completamente inobservables e incuantificables que impedían una corroboración o comprobación de su existencia, lo que provocó un sentimiento de rechazo por parte de físicos, filósofos y matemáticos.

En el caso de las teorías aristotélicas, la física medieval y renacentista sufría un proceso de “limpieza” de sus principales postulados: la no existencia del vacío¹, el geocentrismo, la idea del lugar natural y, sobretodo, su explicación del movimiento en diferentes medios, incluyendo las aparentes contradicciones de un movimiento en el vacío.

¹ Propuestas que Juan Filopón había intentado modificar o, al menos, cuestionar en sus comentarios a la *Física* aristotélica [vease *A Source Book in Greek Science*, pp. 221-23].

Los siguientes pensadores mantendrán un rechazo progresivo de las teorías aristotélicas, y también el desarrollo de una metodología experimental y analítica en el tratamiento de los cuerpos y sus respectivos movimientos.

II.1 Tartaglia (1499-1557) y *La Nueva Ciencia* (1537)

Como parte de los pensadores renacentistas que, a veces indirectamente, ayudaron a la transformación de la ciencia aristotélica en ciencia teórico-experimental, encontramos a Nicolo Tartaglia quien de un modo original realiza la aplicación geométrica de los elementos de Euclides a la (naciente) *ciencia* bélica, utilizando de una manera tácita, conceptos aristotélicos enfocados hacia la *fuerza*.

Nicolo Tartaglia, aunque propiamente no tiene una teoría dinámica, contribuye a esbozar la comprensión de los fenómenos físicos de la caída y trayectoria de los cuerpos graves, principalmente en función de las balas de cañón u objetos afines, dando a su estudio la forma de un tratado geométrico, para poder aprovechar los conocimientos necesarios para su aplicación práctica: cálculo y destrucción de objetivos, según la distancia, posición, resistencia, altura, etc.

Para el aspecto que nos interesa retomar, es decir, las primeras formulaciones de la noción de *fuerza*, Tartaglia utiliza un concepto que bien pudiera equivaler a la “fuerza motriz” como causa de movimiento y de cambio: *la potencia movilizadora*².

² Nicolo Tartaglia, *La nueva ciencia*, pp. 71-72.

Para poder aproximarnos a esta definición es necesario tomar la noción de *grave*. Según Tartaglia (siguiendo a Aristóteles), todo cuerpo

o es simple o es compuesto. Los simples son cinco, y son tierra, agua, aire, fuego y cielo [...] De los mencionados cinco cuerpos simples cuatro se dice que son elementos, es decir, la tierra, el aire, el agua y el fuego; el otro es llamado quinta esencia, esto es, el cielo. De los mencionados cuatro elementos [...] dos son livianos y dos son graves. Los livianos son el fuego y el aire, los graves son la tierra y el agua. Averroes [...] señala que todos los cuerpos en sus lugares – que ocupan– tienen alguna gravedad, excepto el fuego, y alguna liviandad excepto la tierra. De esto se sigue que el aire dentro de su propio lugar participa de la gravedad. De aquí se sigue que todo cuerpo compuesto de cuatro elementos y situado en el aire participa en la gravedad. Así que en esta situación, se entiende por cuerpo igualmente grave solamente aquel que según la gravedad de la materia y la forma de ella –la materia-, no es susceptible de experimentar una oposición sensible del aire en alguno de sus movimientos³.

Tartaglia con esto quiere significar que todo cuerpo u objeto compuesto y en el aire es un *grave*, definición que está apoyada en una física aristotélica, que nos remite al “lugar natural” de los cuerpos y elementos. Sin embargo, como se vio con Aristóteles, el movimiento puede ser de dos formas: violento y natural.⁴

³ *Id.*, 67.

⁴ Clasificación que Aristóteles propone en la *Física* 215 a 1-5/*Echandia* 253.

Por movimiento natural, entiende “aquel que naturalmente realizan de un lugar superior a otro inferior (de un lugar más alto a uno mas bajo) perpendicularmente y sin violencia alguna”.⁵

Para el movimiento violento, Tartaglia recurre a la *potencia movilizadora*:

el movimiento violento de cuerpos igualmente graves es aquel que realizan esforzadamente de abajo hacia arriba, de arriba hacia abajo, de aquí hacia allá, por causa de una potencia movilizadora [que lo empuje] y debemos entender por potencia movilizadora cualquier máquina artificial o materia que sea apta para empujar o lanzar un cuerpo igualmente grave violentamente por el aire.⁶

Es importante matizar el esfuerzo de hacer elásticos los conceptos aristotélicos en el estudio de los cuerpos en movimiento, ya que el cuerpo aumenta su velocidad con el movimiento natural y decrece conforme al movimiento violento. En las *Sentencias Comunes*⁷ Tartaglia utiliza una analogía: un cuerpo grande aumentará su movimiento (velocidad) en la medida en que es natural, “de la misma manera en que alguien al aproximarse al lugar deseado se alegra y más se esfuerza al caminar”⁸ y por sentencia común el cuerpo que decrece su velocidad por poseer un movimiento violento es parecido a aquel individuo que se aproxima a un lugar por él odiado y por tanto más perezoso para llegar ya que se estaría alejando de su “principio” o *potencia movilizadora*⁹.

⁵ Nicolo Tartaglia, *Op. Cit.*, 71.

⁶ *Id.*, 72.

⁷ *Id.*, 74-76.

⁸ *Id.*, 75.

⁹ *Id.*, 80.

Manifiesto es que Tartaglia no postula ningún tipo de fuerza parecida o equivalente a lo que posteriormente se llamara “fuerza de gravedad”, es decir, la aceleración de los objetos en función de una *fuerza atractora*, lo que marca una importancia histórica en su invención, porque una vez más señala el logro, de científicos y filósofos posteriores, de desembarazarse de posturas aristotélicas sustituyendo una especie de “voluntarismo” en los objetos que se “alegran” naturalmente y que se resisten violentamente, por explicaciones causales del fenómeno.

En el segundo libro de su *Nueva Ciencia*, Tartaglia juega con las variantes de “potencias movilizadoras” para describir todas las curvas posibles de un cuerpo en movimiento de acuerdo a las diferentes condiciones de dicha potencia, es decir, si se encuentra por encima de su objetivo, por debajo, en la misma línea del horizonte, etc.

Para nuestros fines, la explicación de un cuerpo en movimiento es la tensión y transición de un movimiento natural a violento en una curva continua. La causa es la potencia movilizadora y el efecto está en función directamente proporcional al tipo de movimiento: entre más natural, mayor velocidad y efecto; entre más violento, menor velocidad y efecto. De manera involuntaria, Tartaglia da por supuesto una especie de *impetus* en el grave, que es mayor en tanto más acorde esté al movimiento natural, puesto que el cuerpo aumenta o disminuye su “fuerza” en función de la velocidad. Así, Tartaglia da por sentado un *impetus*; y si bien su explicación se inserta en la física aristotélica, aun así la rebasa.

II.2 Bernardino Telesio (1509-1588)

Antes de hablar de Johannes Kepler es importante mencionar a Bernardino Telesio, quien hizo uno de los intentos más significativos para llevar a la física por el camino de una ciencia, despojándola de los prejuicios de la época que según él eran dos: 1) los supuestos de los magos renacentistas ligados con la tradición hermética, que explicaban el funcionamiento del mundo a través de cualidades ocultas y 2) el supuesto de que la metafísica fundamenta la física (como lo propusieron Aristóteles, Descartes y posteriormente, Leibniz). El, en cambio, sostiene que la física es una ciencia autónoma.

II.3 Kepler (1571-1630)

El caso de Kepler es notorio pues su contribución al esbozo del concepto de *fuera* llega a través de la astronomía, pues él es quien retorna a las concepciones de Filopón y deja la fascinación platónico-renacentista de concebir la *fuera* como algo parecido a un espíritu o alma que anima los cuerpos celestes y dirige sus movimientos, para darle una interpretación relacional derivada de los cambios observados en el movimiento de los astros, de las órbitas planetarias y de la disminución de sus velocidades, procurando rescatar aquella máxima de que *todo es número y medida*, sustituyendo además el nombre de alma por el de *fuera*. La historia de Kepler como científico es compleja, porque en su vida tuvo diferentes etapas donde profesó lo que ahora conocemos como pseudociencias. Sin embargo su importancia como matemático y astrónomo es considerable. En el aspecto que nos interesa, esto es, el origen y el desarrollo del concepto de *fuera* (enfocado principalmente a la modernidad),

Kepler llega a su formulación de la dinámica por la vía de la explicación del movimiento de los astros.

Primero que nada, hay que entender el sentido e importancia que da Kepler a la comprensión del movimiento planetario, ya que aborda el estudio del mundo como un estudio de la revelación visible de Dios. Para él, comprender el mundo era “comprender a Dios”, luego entonces había que explicar el movimiento de los astros principalmente. Sin embargo, cuando entra de lleno en la descripción del movimiento planetario, no logra encontrar una explicación para las diferentes velocidades de los cuerpos celestes, ni para sus tiempos (a diferencia de que encuentra una descripción geométrica de sus movimientos: la ley de las elipses –como orbitas planetarias- y la ley de las áreas); ni tampoco una proporcionalidad simple entre distancias y tiempos de revolución, por lo cual ve la necesidad de postular ciertas hipótesis o causas de movimiento. Llamará a estas “hipótesis físicas” o causas “almas motrices”¹⁰ (*animae motrices*) las cuales explican por qué las velocidades decrecen con la distancia de cada uno de los planetas con respecto al orbe celeste o sol.

En la explicación de las “almas motrices” había dos posibilidades:

- 1) La “hipótesis que atribuye un alma o fuerza propia a cada planeta y que empuja éste a través de su recorrido”¹¹, o bien,
- 2) “hay sólo un alma motriz en el centro de todos los orbes, esto es, en el sol, que cuanto más próximo está un cuerpo lo empuja con más vehemencia, mientras que

¹⁰ J. Kepler, *El secreto del universo*, pp. 195-196.

¹¹ Rada García, introducción, *El secreto del universo*, pp. 35-36.

por la lejanía y el debilitamiento de la fuerza languidece respecto a los más lejanos”¹².

Kepler se inclina por la segunda opción, la de atribuir al orbe central, el sol, un alma motriz que “anima” (como alma) todos los demás cuerpos.

En su libro *Mysterium Cosmographicum* de 1596 (el *Secreto del Universo*), Kepler llama a esta fuerza que anima “alma motriz”; posteriormente en *Astronomía Nova* de 1609 y *Harmonice Copernicanae* de 1619 la llamará *fuerza*, y en el *Mysterium* la llamará “fuerza magnética” con referencia al movimiento de traslación de la Tierra: “si bien este movimiento es moderado y conformado por una fuerza magnética que se halla inserta en las fibras de la tierra”¹³.

Kepler no sólo incluye una nueva hipótesis con referencia al movimiento de los planetas, sino que además, hablando de los planetas mismos, sostiene que no deben ser tratados como puntos matemáticos, sino como

cuerpos materiales y dotados de algo como la pesantez, [...] es decir como si estuviesen dotados de la facultad de resistir al movimiento conferido desde fuera en proporción a la masa del cuerpo y a la densidad de la materia. Puesto que toda materia tiende al reposo en el lugar que ocupa (a menos que otro cuerpo vecino la atraiga hacia sí con fuerza magnética), de aquí se sigue por tanto que la fuerza motora del sol luce con esta inercia de la materia, [...] y de la proporción de una y otra fuerza surgirá al fin la aceleración y desaceleración del

¹² J. Kepler, *Op. Cit*, 195-6.

¹³ *Id.*, 88, n. 8.

planeta [...], la proporción de ambas fuerzas entre si es fija y constante y la victoria se distribuye entre ellas según el módulo de fuerzas¹⁴

Intuitivamente Kepler descubre el valor de la masa y de la densidad (como cantidad de masa por unidad del espacio) como fuerzas “contrarias” a la ejecución de un movimiento, es decir como fuerzas de resistencia. Si no fuesen tomadas en cuenta, sería lo mismo que la Tierra y Júpiter estuvieran en la orbita de Mercurio, pues sólo la distancia al sol importaría para su velocidad, lo cual es absurdo.

En el *Misterium Cosmographicum*, Kepler sugiere que

si sustituyes la palabra *alma* por la palabra *fuerza* obtendrás el mismísimo [efecto] sobre el que se halla construida la física celeste [...] pues entonces yo creía absolutamente que la causa que movía a los planetas era un alma [...]; pero cuando consideré que esta causa motriz se debilitaba con la distancia, y que la luz del sol también se atenuaba con la distancia, concluí de ello que esta fuerza es algo corporal si no propiamente, al menos equívocamente; tal y como decimos de la luz que es algo corporal, esto es, una emisión procedente de un cuerpo, aunque desmaterializada.¹⁵

Esta nota es de mucho valor, porque representa el esfuerzo kepleriano de sustituir el concepto de “alma” que no puede ser cuantificado, por el de “fuerza” con todo su carácter “corporal” o más bien “no espiritual”, lo que le confiere la posibilidad de ser medida o

¹⁴ *Id.*, 169, n. 4.

¹⁵ *Id.*, 195-6, n. 3.

cuantificada. El alma, al estilo neoplatónico, se transforma en *fuerza* de atracción o “fuerza magnética” *cuantificable* en relación al cuadrado de las distancias y a otros factores como distancia, peso, densidad, volumen, etc., todos estos perfectamente medibles. Éste es, tal vez, el principal logro de Kepler (en el campo que nos interesa): hace de la “geometría celeste” una nueva “física celeste” y adjudica (en este caso a los planetas) una *fuerza interna*¹⁶ que puede ser calculada o cuantificada, aunque él mismo no haya podido llegar más lejos:

Es probable que la fuerza del movimiento esté en proporción con las distancias, también será probable que un planeta cualquiera, en tanto en cuanto supera al planeta superior en fuerza de movimiento, en otro tanto sea superado por éste en distancia [...] cómo sea esto es cosa que ahora no he podido descubrir.¹⁷

II.4 Galileo Galilei (1564-1642) y los galileanos

La importancia que la historia de la ciencia da a Galileo es en verdad notoria, sobre todo en el giro metodológico que da a la física y las matemáticas. La experimentación como parte constitutiva de la ciencia se debe, en parte, a la forma en que Galileo desarrolla sus tesis e ideas; ejemplo de esto es el análisis o estudio de la caída libre de los cuerpos. Galileo experimenta metódicamente, busca una comprensión del fenómeno en cuestión y transforma la respuesta en fórmulas matemáticas, lo que le ayuda en el manejo de conceptos como gravedad, velocidad, aceleración, *impetus*, *fuerza*, etc. En cuanto a la

¹⁶ Suposición que se asemeja mucho al *impetus* de los medievales.

¹⁷ *Id.*, 195-6, n. 3.

fuerza, Galileo retoma las ideas heredadas de Filopón e Hiparco y les da un enfoque distinto.

Generalmente se distinguen tres períodos o momentos básicos de la labor intelectual galileana: 1) el período de adhesión a la física aristotélica, 2) el período en que desarrolla la física del *impetus* y, 3) el período de madurez.

Para nuestro propósito, retomaremos el cambio que imprime Galileo a conceptos como *fuerza*, *aceleración*, *impetus* y *gravedad*, así como algunos aspectos relacionados. Es en el segundo período, es decir, cuando se enfoca a la física del *impetus*, que concibe este último como “cualidad”, como el sonido y el calor, cualidades sustanciales en el sentido de que pueden separarse de su fuente y ser transferidas a otro cuerpo. Esta explicación le permite *prescindir* de la acción del medio (una tesis derivada de la física aristotélica) ya fuese aire, agua o cualquier otro, tesis sostenida por la mayoría de los medievales, exceptuando a Filopón, pero lanzándose más lejos que aquél, pues intenta darle un nuevo enfoque en donde el medio no es causa de movimiento.

Sin embargo, existía un problema en concebir este *impetus* “cualitativo”: no se puede conciliar el *impetus* perecedero que se debilita progresivamente (ver la tesis de Hiparco) con la formulación de la *inercia*¹⁸: ¿Cómo explicar el movimiento de un cuerpo en ausencia

¹⁸ Inclusive para el mismo Galileo, el concepto de “inercia” sonaba algo absurdo, puesto que es difícil concebir un espacio o un lugar libre de fuerzas. Es posible que Galileo plantee un concepto de “cuasi-inercia” en donde el cuerpo es indiferente entre el movimiento y el reposo, en rechazo de la doctrina aristotélica de que todo movimiento en un cuerpo necesita del concurso continuo del agente que lo mueve; así, el objeto o cuerpo era abandonado a su suerte en ausencia de un “moviente”. Será hasta Descartes cuando la ley de inercia se establezca como un fundamento sólido de la física y cinemática del movimiento, planteado en sus *leyes del movimiento* [ver *PF* § 37].

de fuerzas? Para Galileo este *impetus* no se puede cuantificar. Imaginemos por un momento un cuerpo lanzado que pierde su *impetus percedero* que se debilita progresivamente; ahora supongamos que “llega” a un lugar libre de *fuerzas*, ¿Cuál será su estado cinemático? Posiblemente el de inercia, pero ¿qué estado es este? En el período subsiguiente y previo a su etapa de madurez, intentará replantear esta aporía, sin muchos resultados.

Será hasta el período de madurez, cuando descubre la “Ley de la caída de los cuerpos”, que la paradoja en la que se halla lo obliga a cambiar la visión del *impetus* como *causa* de movimiento, a *efecto*, es decir, el *impetus* es una fuerza que se produce con la velocidad multiplicada por la masa¹⁹, esto es: *cantidad de movimiento*. *Impetus* tendrá varios sinónimos: fuerza, potencia, virtud, impulso, tendencia, energía, momento.

De aquí en adelante *impetus* será sustituido por velocidad y masa, es decir, “momento”, siendo utilizados ambos como sinónimos. El “momento” se define como “la potencia eficaz por la cual el motor mueve y el móvil resiste” con la ventaja de ser todas las variables perfectamente cuantificables.

En el *Discurso sobre dos nuevas ciencias*, jornadas segunda y tercera, Galileo explica los dos tipos de “momento”:

- 1) De naturaleza *estática*: la balanza.
- 2) De naturaleza *dinámica*: el peso que resta impulso al movimiento, es decir, *resistencia*.

¹⁹ Aunque Galileo *no* posee una definición de *masa*, de hecho lo que denomina como tal es el *peso* del cuerpo.

La importancia de este giro conceptual consiste en que el *impetus* no es ya una *fuerza impresa* que obliga a un objeto a modificar su estado cinemático, sino que *es* el objeto en movimiento el que posee una *fuerza en relación* directa a su masa (peso) y a su velocidad, porque una de las cuestiones que pueden pasar inadvertidas es el aspecto de si la fuerza impresa “afecta” de *igual* manera la cinemática de cualquier objeto o cuerpo independientemente de su masa, volumen o velocidad²⁰ (problema anterior a la “composición geométrica del *conatus*”, en el caso leibniciano).

Impetus ahora se comprende como el producto de la velocidad por la masa: $p=m \cdot v$, donde p es momento, m masa y v velocidad. Dentro de la visión matemática del universo, la propuesta de Galileo constituye un avance de dicho esquema, ya que da un tratamiento al estado cinemático de los cuerpos, el aumento y disminución de sus velocidades, la acción de la gravedad, etc; en variables completamente cuantificables. Sin embargo, Galileo no especula sobre las causas del fenómeno gravitatorio, sino que se “limita” a explicar su funcionamiento y las leyes matemáticas que rigen su comportamiento.

La física galileana se ha convertido en cinemática: se puede describir un fenómeno (el movimiento) matemática y geoméricamente, incluyendo el reposo como un caso especial de movimiento mínimo o infinitésimo. Además la gravedad, aunque es descriptible, no es explicada como causa; de hecho Galileo llegará a sostener²¹ (como parte de la formación nominalista que recibió) que “gravedad” es sólo un concepto, un nombre que no explica la

²⁰ La misma suposición hace Leibniz en el período de juventud (véase cap. IV.1).

²¹ En *Dialogo sobre dos nuevas ciencias*, jornada tercera.

esencia del fenómeno, lo que también puede aplicarse (en el caso galileano -e inclusive newtoniano) a la *fuera*, ya que no busca las esencias o causas de la caída de un objeto, sino simplemente describe una relación matemática de movimiento.

Existieron varios “galileanos” que aportaron conceptos y formulaciones matemáticas que ampliaron o trataron estas cuestiones. Mencionaremos sólo a algunos:

Bonaventura Cavalieri (1598-1647)

Cavalieri es quien desarrolla una teoría que abstrae la acción de la gravedad como algo ya no intrínseco a los cuerpos mismos sino como algo externo que influye y afecta, pero cuya separación de los mismos permite el desarrollo de la ley de inercia y del concepto de movimiento rectilíneo uniforme, el cual se explica como el trayecto a seguir de cualquier cuerpo que se encuentre ausente de una influencia externa. Evidentemente éste es un caso ideal, pero es base de la mecánica clásica. En general Cavalieri “matematiza” la física: movimiento de lanzamiento, movimiento de caída, los cuerpos ahora son cuerpos matemáticos. También hace desaparecer la diferencia entre movimiento natural y violento, diferencia vista con Tartaglia y heredada de Aristóteles. Además, como matemático escribe un tratado sobre los *indivisibles*²², texto que llegó a repercutir en los desarrollos juveniles de la física leibniziana, según él mismo nos narra²³.

²² *Examen circuli quadrature y Geometría indivisibilibus continuorum nova quadam ratione promota*, citado en **Loemker** 144, nota 3.

²³ *The theory of abstract motion: fundamental principles*, en **Loemker** 139-144.

Evangelista Torricelli (1608-1647)

Otro continuador de Galileo es Evangelista Torricelli quien al igual que su maestro prescinde de los cuerpos reales sustituyéndolos por los cuerpos matemáticos, ya que para él la física es mecánica y la mecánica es geometría; así, la fuerza gravitatoria para él deja de ser una cualidad para convertirse en una magnitud o dimensión, aunque todavía sin poder dar explicaciones causales o relativas a la esencia de la gravedad, lo que constituye una continuidad de criterio galileano (nominalismo) de no atender esas cuestiones.

Pierre Gassendi (1592-1655)

Para Gassendi la noción de *impetus* debe ser eliminada a cambio de elaborar una teoría de la “pesantez” y una geometrización del espacio. Lo que logra al querer explicarla es *abstraerla* para definir su naturaleza, en este caso, una “fuerza de atracción” similar a la fuerza magnética:

Que la atracción es una fuerza como las otras quiere decir que es una fuerza externa. Que finalmente se reduce al contacto, a la presión, al empuje; para Gassendi, lo mismo que para Descartes, no hay fuerzas materiales que actúen de otro modo que no sea por contacto. Ninguna fuerza material puede actuar a distancia, ningún cuerpo puede actuar allí donde no está y ninguno puede crear movimiento: sólo puede transmitirlo. Gassendi lo dice muy claramente: “todo

movimiento se hace mediante un impulso y cuando digo impulso no quiero de ningún modo hacer una excepción para la atracción pues atraer no es otra cosa que empujar hacia sí con un instrumento curvo". De este modo la gravedad pierde su misterio o su privilegio ontológico²⁴.

Gassendi trata a la gravedad como un *ente corpóreo* (postura que se halla en el "último" Kepler), cuantificable según una fórmula matemática en función de la velocidad y la aceleración (como cambio o diferencia de velocidades), similar a las tesis de Galileo respecto a la aceleración de objetos en caída (libre o no), sin embargo también tiene sus diferencias: considera que la *gravedad* no pertenece al grave en tanto éste posee magnitud o cantidad, es decir, velocidad, masa y dirección, porque en un cuerpo en caída libre la fuerza de gravedad le es *impresa (vis impressa)*²⁵, es decir, la *gravedad como un motor*, sólo imprime al cuerpo movimiento, el cual continuaría si no existiese una *fuerza* contraria que lo debilite o agote. Gassendi se aventura a dar a la gravedad un carácter cuantificable y corpóreo, pues si no ¿cómo afectaría la caída de los cuerpos?

Estas y otras interrogantes nos permiten aproximarnos a las concepciones en la modernidad referentes al concepto de *fuerza*, tomando a Leibniz como objetivo principal. Podemos observar varias características de los "filósofos naturales":

- 1) El rechazo sistemático de las teorías y presupuestos aristotélicos y escolásticos,

²⁴ I. Salazar, *Leibniz y el concepto de fuerza en el siglo XVII*, p.76.

²⁵ Una de tantas definiciones de *fuerza* llamada también *vis*.

- 2) Una definición (o la búsqueda de ella) del concepto de materia, así como sus características;
- 3) Una “limpieza” o eliminación de contenidos y cualidades mágicas o quiméricas *incuantificables* heredadas del renacimiento y corrientes diversas, como el neoplatonismo y el hermetismo;
- 4) El seguimiento y desarrollo de la vía de Hiparco y Filopón sobre el *impetus*, aplicada por Galileo y sugerida por Kepler y Gassendi;
- 5) Una metodología galileana de experimentación sistemática y formulación matemática seguida desde Arquímedes hasta Tartaglia y retomada para definir los fundamentos de la ciencia del movimiento, tradición empañada por la idea antigua de que el trabajo e intervención de los sentidos era fuente de error y equivocación;
- 6) Matematización del choque y movimiento de cuerpos y la fórmula de *momento* o *cantidad de movimiento* elaborada por Galileo: $\mathbf{p} = \mathbf{m} \mathbf{v}$; no olvidando que la definición galileana de masa en realidad significa peso (o masa gravitatoria).
- 7) La tesis de Gassendi de que la gravedad *es* de naturaleza cuantificable e *independiente*²⁶ del cuerpo, idea que subyace, inclusive, hasta la física pre-relativista.

Esto nos guía a un reforzamiento y desarrollo de los conceptos de la física, si bien el concepto de *fuerza* sólo se relaciona con la cinemática y únicamente en el tratamiento del *impetus*, aspecto que intentará ampliar Leibniz en la *dinámica*.

²⁶ No hay que olvidar que debido a los trabajos del gran físico alemán Albert Einstein de 1917 sobre la *Teoría General de la Relatividad*, la *gravedad* se convierte en una propiedad del continuo espacio-tiempo y que se ve afectada o relacionada (en cuanto a su geometría) por la masa de los cuerpos que ahí existen, esto es, a mayor densidad y masa de un cuerpo, mayor será la deformación del espacio-tiempo o gravedad, lo que demuestra una *dependencia* (en otro sentido) entre objetos y la fuerza de gravedad.

III. La física de Descartes y Hobbes

Pilares fundamentales de la física y filosofía modernas los constituyen René Descartes y Thomas Hobbes, no sólo por sus aportaciones en filosofía natural, matemáticas, política, moral, etc. Así mismo por sus contribuciones conceptuales en las cuestiones más básicas de la física y en el caso cartesiano, de la metafísica.

En matemáticas y física encontraremos en Descartes y Hobbes, las mayores aportaciones a la dinámica leibniziana: la invención de la geometría analítica, la matematización de los cuerpos, la descripción del movimiento, y sobre todo (en ambos autores) la sistematización del conocimiento.

La idea fundamental de que debe existir una piedra angular del conocimiento –en Descartes- consolida la relación de la física fundada en una metafísica, idea que será una constante en varios científicos de la época, hasta que en el siglo XX, fue *casi* desterrada, y que pensadores como Leibniz consideraron crucial o punto de partida para el conocimiento.

De Hobbes, en cambio, las ideas relativas al espacio, tiempo, velocidad, *conatus e impetus*, así como los diferentes tipos de cuerpo, hacen sentir su eco en la *precisión* del uso de conceptos en el Leibniz de juventud, quien aprovecha estos “gigantes” del conocimiento para construir su propio edificio.

Debido al proceso de madurez leibniciano será cada vez más ancha la brecha con sus predecesores llegando al extremo de abandonar postulados que había sostenido.

Lamentablemente como nuestro recorrido abarca la noción de *fuera*, debemos excluir a pensadores que no trataron el tema de la misma forma que Hobbes y Descartes, como por ejemplo Pascal y Huygens, puesto que de ellos Leibniz aprende mas bien matemáticas que física, en cambio, la disputa se centra contra Descartes y los cartesianos, es decir, desde la geometría y la física. Además, por referencias del mismo Leibniz, son ellos quienes más influyeron en su visión dinámica, ya fuese de forma negativa o no.

III.1 Ontología y física cartesiana.

René Descartes (1596-1650) es sin duda el punto de inflexión de la filosofía natural, de la medieval-renacentista a la moderna. Sus planteamientos son los que abren nuevas vías y esquemas en los que el mundo puede ser comprendido, abarcando un esquema tal que, salvo reservas definidas¹, puede inclusive abarcar las ciencias contemporáneas en la comprensión del cuerpo y la mente humana, incluyendo los desarrollos de la robótica y la cibernética.²

La física cartesiana y sus exponentes tendrán una repercusión que alcanza hasta el siglo XVIII y XIX con una visión mecanicista del mundo, de los seres que en él habitan e, inclusive, del hombre mismo. Sin embargo es necesario realizar una lectura breve de su

¹ Como la biología y las ciencias del caos.

² Pues tratar de imitar el funcionamiento electrónico y mecánico del cuerpo, no es más que una extensión del plan original cartesiano, pero con las nuevas disciplinas que no existían en su época.

ontología para poder comprender la visión física de la “fábula” del mundo, puesto que, según su forma de entender, toda la física debe estar apoyada (*fundada*) en una metafísica.

La tesis básica del cartesianismo, derivada de su duda metódica, es la noción de sustancia extensa (*res extensa*) y sustancia pensante (*res cogitans*), como dos sustancias en la naturaleza aparte de la divina. Para comprender la física, prescindimos de la sustancia pensante y la divina y nos enfocamos en la extensa, pues contiene todo aquello que percibimos a través de los sentidos y se relaciona directamente con el espacio, el tiempo, los cuerpos y el movimiento.

Se puede, para facilitar la lectura de la física cartesiana, guiarnos por tres directrices:

- a) la naturaleza de la materia,
- b) la naturaleza del movimiento, y
- c) las leyes del movimiento.

III.1.1 Naturaleza de la materia

La sustancia extensa existe en “longitud, anchura y profundidad [...] y es lo que llamamos cuerpo o materia”³ La “materia” de Descartes **no** es la “materia prima” aristotélica, pues esta última es más bien el sustrato; de hecho, la “materia” cartesiana se asemeja más a la “materia segunda” del estagirita. Esta sustancia extensa o *materia* posee como características profundidad, anchura y longitud, por lo que quedan excluidos el peso, el color, la dureza y cosas semejantes, las cuales considera como efectos relativos a la percepción de los cuerpos, características llamadas posteriormente por John Locke *cualidades secundarias*.

³ En *PF* II, §1

Tratemos de llegar a la concepción cartesiana de cuerpo: ¿Qué es el cuerpo? El cuerpo es extensión⁴; ¿qué es extensión? Materia; ¿qué es materia?

- 1) aquello que llena por igual *todo* el espacio⁵.
- 2) aquello que puede dividirse en *todas* sus partes y en *todas* sus figuras⁶.

Sin embargo, “aquello” que inunda el espacio, es decir, partículas de materia, son de tres diferentes tipos o naturalezas⁷:

- i) partículas pequeñas y rápidas que conforman el primer elemento y llenan los intersticios del segundo elemento;
- ii) partículas redondas o esféricas que poseen dicha forma debido al incesante chocar de unas con otras. Constituyen el segundo elemento.
- iii) Por último, partículas grandes y lentas que conforman planetas.

Así, al estar el espacio *lleno* de materia, Descartes los considera equivalentes: el espacio-extensión y la extensión-materia, por lo que es inconcebible el espacio vacío. De hecho, de manera similar a Aristóteles, sostiene la imposibilidad del espacio vacío (propuesto por los atomistas, Filopón, etc.) porque, según él (Descartes) el espacio vacío es sólo una forma de concebir la extensión⁸.

Es decir, si la cuestión consiste en explicar la percepción de un espacio vacío, no debe haber problema alguno ya que puede suceder que dicho “espacio vacío” esté lleno por la

⁴ Ver nota anterior.

⁵ *AT XI 34/Mundo 103*

⁶ *AT 34/Mundo 103/*, (el subrayado es mío).

⁷ *--/Mundo 82.*

⁸ *PF II §11*

materia del primer elemento cuya naturaleza no es perceptible por el ojo o el tacto, ya que sus características son poseer una velocidad muy alta⁹. Ahora bien, si el problema consiste en proponer el espacio vacío como *condición de posibilidad* del movimiento, entonces este movimiento **debe** ser explicado sin espacios vacíos, lo que se verá más adelante.

Pero todavía queda un aspecto importante que no se ha considerado: Descartes no acepta el *atomismo* y, al parecer, las partículas materiales tienen una naturaleza atómica e indivisible, lo que considera equivocado ya que “*sabemos* que es divisible todo aquello que podemos dividir con el pensamiento”¹⁰ y, por lo tanto “hablando absolutamente, la partícula seguirá siendo divisible, pues es así por naturaleza”¹¹, entonces ¿qué tipo de naturaleza tienen, digamos, las partículas materiales del primer elemento?*

III.1.2 Naturaleza del movimiento

Retomando la cuestión de cómo se puede dar el movimiento sin postular un espacio vacío, es necesario entender lo que para Descartes significa movimiento, y éste es

la traslación de una parte de la materia es decir, de un cuerpo, desde la proximidad de los cuerpos contiguos, que se consideran en reposo, hasta la proximidad de otros. Donde por un cuerpo o una parte de la materia entiendo cualquier cosa que se traslada de una vez, aunque ella misma pueda constar a su vez de muchas partes que tengan otros movimientos. Y digo que es la

⁹ De hecho Descartes propone el ejemplo [AT XI 23/*Mundo* 83] del agua que hierve y se vuelve imperceptible al ojo humano, lo que explica adjudicando a las partículas de la materia que componen el agua o vapor una rapidez de movimientos que hacen “desaparecerlos” o desvanecerlos en un espacio “vacío”.

¹⁰ *PF* II, § 20

¹¹ *PF* II, § 20

traslación y no la *fuerza* o *acción* que traslada para poner de manifiesto que el movimiento está siempre en el móvil, y no en lo que se mueve.¹²

Además nos dice que “yo no concibo ningún otro movimiento [...]que] el que hace a los cuerpos pasar de un lugar a otro y ocupen sucesivamente todos los espacios que hay entre ambos”¹³.

Descartes sostiene en varias partes que, no es necesario el espacio vacío puesto que, como sugirió Aristóteles, considera que el movimiento puede ser circular, es decir, “cuando se produce un movimiento se mueve al mismo tiempo un círculo completo de cuerpos”¹⁴, esto es más claro cuando se comprende que un cuerpo cualquiera **debe** estar rodeado absolutamente por partículas del primer o segundo elemento y transmitir así, al mas cercano o inmediato sucesivo, el movimiento, de donde se desprende que

un cuerpo no puede moverse si no es mediante un círculo, es decir, expulsando algún otro cuerpo del lugar al que llega, el cual a su vez expulsa a otro, etc., hasta el último, el cual ocupa el lugar abandonado por el primero en el mismo momento que lo dejó¹⁵

La misma idea es expresada en forma poética por el latino Tito Lucrecio Caro (±94-50 a. C.), quien combatió un argumento semejante (propuesto por Aristóteles en *Física* IV, 8). Con el ejemplo de cómo es posible el movimiento de los peces en su medio, sin que la cantidad de agua en la que habitan sufra alteración o diferencia Lucrecio escribe:

¹² *PF* II, § 25

* Si bien la divisibilidad de la material es posible sólo con el pensamiento, ello no implica (como lo hace observar la Dra. Benitez) que sea posible físicamente, pues la naturaleza posee leyes que lo impiden.

¹³ *AT* XI,38/*Mundo* 11.

¹⁴ *PF* II §33

¹⁵ *PF* II §33

Porque de lo verdadero no pueda desviarte, forzado
soy a anticipar eso que en esas cosas mienten algunos
Dicen que a los escamosos que se esfuerzan ceden las aguas
y abren líquidas vías, pues que detrás, lugares los peces
dejan, a donde retrocediendo confluir pueden las ondas.
Que así las otras cosas, también, entre sí pueden moverse
y mudar de lugar, aunque todo esté pleno.
Sin duda, eso fue por razón falsa del todo, aceptado¹⁶.

Aplicado al argumento cartesiano, el movimiento debe ser similar al de un *plenum* de materia y sin necesidad de postular “espacios vacíos”; pero ¿cómo se originó el movimiento? Y ¿cómo es posible que continúe el movimiento de cuerpos?

Descartes propone en la materia y sus movimientos una causa doble:

- 1) *Una causa general*, la cual atribuye a Dios, quien les otorgó movimiento¹⁷ (a dichas partículas de materia) puesto “que creó el principio de la materia junto con el movimiento y el reposo, y que conserva ahora en toda ella, por medio de su mero concurso ordinario, tanto movimiento y reposo como puso entonces. Pues aunque el movimiento no sea más que un modo de la materia que se mueve, tiene una cantidad determinada y entendemos fácilmente que puede ser siempre la misma en todo el universo aunque cambie sus

¹⁶ Tito Lucrecio Caro, *De la Naturaleza de las cosas*, I, 370-397.

¹⁷ *AT XI 34/Mundo* 103.

partes”¹⁸. También encontramos en el *Mundo. Tratado de la luz*: “Suponiendo que [Dios] ha puesto una determinada cantidad de movimientos en toda la materia en general desde el primer instante que la creó, es preciso sostener que conserva siempre la misma cantidad [de movimientos] o bien creer que no actúa siempre de la misma manera”¹⁹.

2) *Unas causas derivadas*, las cuales provienen de la distribución de la materia en el espacio y, como la materia posee elementos de tres naturalezas distintas, los movimientos respectivos también son distintos, por lo que el movimiento de las partes (de la materia) es el efecto de sus interacciones. Estos movimientos obedecen ciertas leyes, por lo que el siguiente paso es comprender cuáles son dichas leyes del movimiento que Descartes propone.

III.1.3 Leyes del movimiento

Para Descartes, las leyes del movimiento constituyen el núcleo de las leyes de la naturaleza, por lo que es importantísimo establecer de la manera más precisa su significado; me guío principalmente en los *Principios de la Filosofía*:

Primera Ley: Inercia. “Cada cosa persevera siempre en el mismo estado en cuanto depende de ella, de modo que lo que se mueve una vez, tienda a moverse siempre”²⁰.

Cabe acotar, que el reposo y el movimiento son *estados* del mismo. En el *Mundo* está expresada con otras palabras pero *casi* da a entender (parcialmente) el principio de inercia:

¹⁸ *PF* II, §36.

¹⁹ *AT* XI 41/*Mundo*. 119.

²⁰ *PF* II §37.

“cada parte de la materia en particular permanece siempre en un mismo estado mientras el encuentro con otras no le obliga a cambiarlo”²¹. Lo interesante de ésta concepción es que está más cerca de la noción newtoniana de inercia que de la galileana, pues Descartes habla de “*estados* de movimiento” y Galileo de “*ausencia* de fuerzas”, aspecto que parece ser el mismo pero que está propuesto con diferentes pretensiones y enfoques. Sin embargo, en el caso newtoniano, ambas propuestas tienen lugar posteriormente, es decir, tanto como estados de movimiento y como ausencia de fuerzas.

Segunda Ley: Movimiento rectilíneo. “Todo movimiento es recto de suyo. Por eso las cosas que se mueven circularmente tienden siempre a separarse del centro del círculo que describen”.²²

La causa del movimiento rectilíneo se halla en

la inmutabilidad y simplicidad de la acción por la que Dios conserva el movimiento en la materia pues lo conserva tal como es en el momento en que lo conserva sin tener en cuenta como pudo haber sido poco antes. Y aunque ningún movimiento se produzca en un instante, es evidente que todo lo que se mueve está determinado, en cada uno de los instantes que pueden señalarse mientras se mueve, a continuar moviéndose hacia alguna parte en línea recta y nunca describiendo una curva.²³

La cuestión debatible en la Ley del movimiento expuesta y en la anterior, consiste en “comprender” de qué manera Dios *conserva el movimiento en la materia pues lo conserva*

²¹ AT XI 38/*Mundo* 11.

²² PF II §39.

²³ PF II §39.

tal como es en el momento en que lo conserva, pues parece más un argumento que apela a una petición de principio; e inclusive, esto nos muestra de que manera los filósofos modernos encuentran en Dios una panacea a sus problemas ontológicos y explicativos. En el caso cartesiano, la conservación del movimiento es una acción continua que involucra una intervención divina continua.

A lo largo de nuestro recorrido, es necesario enfatizar los problemas que surgen cuando se aborda el problema de la “conservación” o “preservación” de algo, en Descartes es el movimiento, en el caso leibniano en la “acción continua” de toda mónada.

Tercera Ley: Del choque de los cuerpos. “Cuando un cuerpo choca con otro más fuerte, no pierde nada de su movimiento, pero cuando choca con uno menos fuerte, pierde tanto como transmite a éste”²⁴.

En este punto crucial habrá de tener Leibniz su punto de quiebre, pues no concibe de igual modo la cantidad de movimiento. Aquí son posibles tres interpretaciones: 1) por *cantidad de movimientos*²⁵ podemos plantear las diferentes direcciones y velocidades que poseen los tres tipos de naturalezas o partículas; 2) podemos interpretar igualmente la *magnitud* de la velocidad en los cuerpos que, sumada, es siempre la misma independientemente de las interacciones que posean los cuerpos entre sí; y por último, 3) (en donde interviene la crítica leibniana) la conservación del movimiento total que Dios le imprime a la creación, no en cuanto a la magnitud de las velocidades, puesto que todavía faltarían las

²⁴ **PF** II §40.

²⁵ Observar cita de nota 74 *supra*.

aceleraciones o cambios de velocidad, sino a “aquello” que preserva *de origen* desde la creación. Esto último tal vez tenga que ver con aquel aspecto remarcado, en el caso del atomismo antiguo, de la naturaleza de los átomos como *movimiento*.

Las dos primeras leyes cartesianas son aceptadas por varios de los pensadores de la época (por ejemplo Galileo y los galileanos), sin embargo la tercera ley presentaba varios problemas:

- 1) Descartes a través de un argumento que se asemeja a los de la escolástica, explica que “el movimiento no es contrario al movimiento”²⁶, sostiene que un cuerpo en movimiento al chocar con otro no debe perder nada de su movimiento.
- 2) Dios pone y conserva el movimiento (y no la *acción motriz*²⁷) de los cuerpos y de la materia en general.
- 3) Descartes considera un cierto tipo de “fuerza inercial”, pero obviamente él no la llamará igual, sino simplemente “resistencia”²⁸.
- 4) Dos cuerpos iguales chocan en sentidos opuestos y se rechazan sin perder velocidad²⁹, lo que obviamente no sucede.
- 5) Dos cuerpos desiguales chocan y el grande arrastra al más pequeño y ambos con la misma velocidad³⁰, lo cual no se cumple cuando las densidades varían.

²⁶ **PF** II §41.

²⁷ En terminología leibniziana, trata de significar que no es el movimiento, como magnitud de velocidad, la que se conserva, o como cantidad de movimiento, sino como fuerza total de un sistema (véase más adelante cap. IV.2 inciso b).

²⁸ **PF** II §43

²⁹ **PF** II §46

³⁰ **PF** II §47

- 6) En general, en los *Principios de la filosofía* desde el § 48 hasta el § 52 Descartes juega con las variables de tamaño, velocidad y reposo. En donde concluye, esencialmente, que los cuerpos deben transmitir el *movimiento* y que éste (aún en el caso de que un cuerpo sea rechazado) se conserva íntegro, es decir, los grados del mismo son iguales (choque de cuerpos inelásticos).
- 7) Por otra parte sostiene que³¹ es el *reposo* de las partículas que constituyen un cuerpo “duro”, la *fuerza causante* de su dureza (o **cohesión**), ya que sostiene que no puede ser otra sustancia “porque estas partículas son sustancias y *no hay ninguna razón* para que se unan por medio de otra sustancia”³². Para Descartes como el reposo es lo contrario del movimiento, no puede existir otra causa distinta que el reposo mismo para explicar la dureza de una partícula consigo misma o con sus partes internas, si bien de una partícula más compleja como la del tercer elemento no se sabe cual es su constitución, a lo más, sólo se sabe su comportamiento, lo que tal vez se deba a que *es* un elemento, y por definición, es primario y no posee características que lo expliquen. Así, cuando un cuerpo duro *participa* “más” del reposo, más difícil será dividirlo. Pero Descartes no dice cómo saber cuánto es “más” o “menos” reposo o de qué manera cuantificarlo.
- 8) No le da importancia a la dirección en los choques, e incluso la separa de la cantidad de velocidad, lo que hace a sus cantidades ser sólo *escalares*, diferencia que posteriormente resultó ser crucial para la comprensión de los fenómenos relacionados con la aceleración y con la gravedad.

³¹ *PF* II §55

³² *PF* II §55

9) En los choques, experimentalmente no se conserva la cantidad de movimiento, en el sentido cartesiano (a diferencia de que *si* se conserva el *momentum* –en notación contemporánea- con sus tres componentes vectoriales), pues se disipa en diversas formas de energía: calor, vibración, fricción, etc., **a menos que** por conservación incluyamos las diferentes reacciones microscópicas de partículas invisibles como los átomos (en sentido contemporáneo), las moléculas, etc., aunque no es seguro que Descartes haya sostenido algo parecido referente a ese *grado* de conservación del movimiento.

Sin embargo, Descartes deja sin aclarar cuestiones como la densidad: ¿en la noción de “masa” ya está contenida la posibilidad de mayor o menor cantidad de materia por unidad de espacio? y, si esto es así ¿cómo se comporta el choque de dos cuerpos de igual tamaño y velocidad pero de diferente densidad?

De los puntos anteriores se desprende que en la física de Descartes **no** puede tener cabida algo semejante a la *fuera* inherente a la extensión; todo puede explicarse de forma mecánica como propiedades geométricas de la materia, cuya única naturaleza es poseer movimiento y reposo desde el principio del mundo, pese a que no es claro de qué forma entender la cantidad de movimiento y el *momentum*, cuestiones que serán aclaradas paralelamente al desarrollo de la matemática.

III.2 La física y el *conatus* en Hobbes.

Thomas Hobbes (1588-1679) y su influencia en Leibniz

Es Hobbes quien probablemente tuvo mayor influencia en el pensamiento leibniciano temprano, el cual podemos identificar en los siguientes rubros:

- a) un *modelo*, es decir, una metodología para abordar los problemas o cuestiones a resolver, en este caso el ejemplo de la geometría como paradigma de razonamiento. No hay que olvidar que Hobbes siempre tuvo una preocupación por desarrollarse en el campo de la geometría, si bien sus contemporáneos y los historiadores de la ciencia, no lo considerasen así.
- b) Un *código conceptual*, esto es, una serie de términos que le sirven para realizar una composición ordenada de símbolos y en la exposición de ideas, así como en la precisión y delimitación de los conceptos, en tanto se relaciona con el análisis del movimiento.
- c) Tal vez de manera menos enfática, una *crítica* a Descartes, en tanto este último identifica espacio y materia extensa.

Es en el *Tratado sobre el cuerpo (De corpore)* donde Hobbes plantea la necesidad de proceder ordenadamente en el estudio sobre la materia, el lenguaje, el movimiento, las figuras y el espacio. Nosotros nos abocaremos, específicamente, al cuerpo y al movimiento, ya que es ahí donde se encuentran las relaciones entre ambos autores en cuanto al tema de la *fuerza*.

Podemos establecer cuatro principales ejes de relación que nos pueden ayudar a comprender la física hobbesiana en función de la dinámica leibniziana:

III.2.1 En tanto movimiento.

Para comprender las diferentes partes que componen el movimiento, primero debemos entender lo que significa el cuerpo. Hobbes retoma la noción aristotélica de *materia prima*³³, cuyas características son: a) poseer magnitud y extensión y, b) capacidad de que sus accidentes sean modificables; así el cuerpo es “*todo lo que independientemente de nuestro pensamiento coincide con alguna parte del espacio o se coextiende con ella*” y el accidente es un *modo de concebir el cuerpo*³⁴. Existen varios tipos de cuerpos: a) *cuerpos duros*, son aquellos que no ceden en el interior de sus partes a ningún movimiento; b) *cuerpos blandos*, son aquellos que ceden en sus partes al movimiento; c) *cuerpos flexibles*, los que permaneciendo igual, se pueden doblar. El **movimiento** se explica como la privación de un lugar y la adquisición continua de otro³⁵; el **tiempo** como la medida del movimiento, es la idea de que un “cuerpo pasa ahora por este, ahora por aquel espacio en una sucesión continua”³⁶. El **reposo** se entiende como la permanencia en un lugar o como la ausencia de desplazamiento durante un tiempo determinado; la **velocidad del movimiento** de un cuerpo significa “el movimiento considerado como potencia, por el cual el

³³ Hobbes al igual que otros filósofos considera que “la materia común a todas las cosas que los filósofos siguiendo a Aristóteles, suelen llamar *materia prima*, no es un cuerpo distinto de los demás cuerpos ni uno de ellos”, lo que sumado a su posición nominalista explica en estos términos: “¿Qué es entonces? Un mero nombre, aunque no usado en vano, porque significa que al cuerpo no se le considera en virtud de alguna forma o de algún accidente, con excepción de la magnitud o extensión y de la aptitud para recibir la forma y los accidentes (...) porque la *materia prima* no es una cosa, y por eso no suelen atribuirle alguna forma ni accidente alguno fuera de la cantidad” (*Tratado sobre el cuerpo*, 100).

³⁴ Thomas Hobbes, *Tratado sobre el cuerpo*, 100.

³⁵ *Id.*, 167.

³⁶ *Id.*, 94.

móvil recorre cierta distancia en cierto tiempo”³⁷. También explica lo que son **velocidades iguales**, de dos o más cuerpos, y velocidades diferentes como, por ejemplo, aceleraciones uniformes.

Existe un aspecto que está implícito en todo el tema sobre el movimiento: *ningún* cuerpo se da el movimiento a sí mismo, ya que sostiene que “lo que está en reposo, así permanece”; lo que se mueve así permanece a menos que algo lo modifique, porque la causa del movimiento de un cuerpo en reposo, está en otro cuerpo contiguo (sin intersticios de espacio) y movido.

III.2.2 En tanto cantidad y *transmisión* del movimiento.

Es aquí donde se ubica el legado más fuerte que retoma Leibniz. Cuando Hobbes comienza el estudio del movimiento, utiliza una *unidad* de medida del mismo: el *conatus*. Lo define como “el movimiento por un espacio y un tiempo menor que el dado, esto es, menor que el que se le determina o asigna por la exposición o por el número, esto es, por un punto”³⁸. Debe entenderse al *conatus* como *movimiento* en un espacio como el punto - cuya cantidad no se considera- y en un instante del tiempo –tomado no como indivisible, sino como *no dividido*. Es

³⁷ *Id.*, 168.

³⁸ *Id.*, 168.

un movimiento a lo largo de una cierta longitud, pero considerado no como longitud, sino como un punto. Por lo tanto, haya o no algo que resista el conatus, el conatus es el mismo. Porque tener conatus es simplemente ir.³⁹

Creo que esta nota es de la mayor importancia, pues nos presenta al *conatus* como un híbrido que es cuantificable (tanto como un punto geométrico, un instante de tiempo, y su división puesto que *es* movimiento, d/t) y sin embargo, inmaterial, pues ¿Cómo aceptar que se transmite algo completamente incorpóreo, y además, propagarse infinitamente? Evidentemente el *conatus* es solo movimiento, infinitamente pequeño o instantáneo. Una característica –asombrosa- de este *conatus* es que, según Hobbes, debe propagarse hasta el infinito, independientemente de si es fuerte o débil, porque *es* movimiento: si el movimiento se produce en el vacío, el movimiento permanece invariable en cuanto *velocidad* y *dirección* –lo que nos recuerda al concepto de *inercia* cartesiano y, en cierto sentido, al de Galileo. Si el movimiento se produce en un *plenum* de materia, entonces se transmite a todos los cuerpos hasta el infinito y de manera instantánea⁴⁰. Sin embargo, la suma de *conatus*, o mejor dicho, los *conatus* en una sucesión temporal, constituyen el *impetus*, éste es más fácil de entender como la *velocidad* del *conatus*. Es la “*misma velocidad –del conatus- pero considerada en un punto cualquiera del tiempo en que se realiza el proyecto*”⁴¹.

III.2.3 En tanto *fuera* y los modos de ésta

³⁹ *Id.*, 255.

⁴⁰ *Id.*, 171-173.

⁴¹ *Id.*, 168.

Con base en lo anterior, la *fuerza* es un *impetus* multiplicado en sí o en la magnitud del moviente, por el cual el moviente actúa en el cuerpo que resiste⁴², tal vez por “magnitud del moviente” debemos entender la *masa*, pues se ha ido construyendo el edificio a partir del *conatus*, el cual al transcurrir el tiempo nos da su velocidad o *impetus*, el que a su vez multiplicado por la masa nos da la *fuerza*. Sin embargo deben distinguirse dos tipos de movimientos: por empuje o pulsión y por tracción (atracción o pulsión hacia sí). *Momento* es el efecto que produce el moviente en lo movido, es “el exceso del movimiento del cuerpo moviente sobre el movimiento o el *conatus* del cuerpo que resiste”⁴³.

Posteriormente Hobbes trata de dar una correspondencia entre diferentes tipos de movimientos, con distintas velocidades, *conatus* e *impetus*, y una expresión geométrica, utilizando figuras para su representación.

III.2.4 En tanto “*potencia ≈ causa*” y “*efecto ≈ acto*”⁴⁴.

Ésta última relación se conecta más con el Leibniz posterior a 1676 y cercano al tratado del *Bosquejo dinámico* cuya principal preocupación radica en explicar las causas y su equivalencia con los efectos. En efecto, para Hobbes la causa-efecto de un fenómeno dado se explica en función de sus accidentes y de la relación *agente-paciente*. Es decir, supongamos una colisión de cuerpos, en la cual uno está en reposo y el otro en movimiento con un *impetus* y fuerza determinados. Considerando la situación después de la colisión, el análisis nos dice que existía una *causa integra* expresada en una

⁴² *Id.*, 170.

⁴³ *Id.*, 171.

⁴⁴ Tomamos al símbolo \approx como *semejanza*

potencia pasiva (en este caso el cuerpo inmóvil o paciente) y una potencia activa (el cuerpo en movimiento o agente) cuyo encuentro o resultado es equivalente a la suma de las fuerzas y los accidentes, esto es, al efecto entero, lo que encuentra una expresión mas o menos equivalente en las ideas leibnicianas.

Así, encontramos una referencia cada vez más cercana a las nociones leibnicianas de la física, si bien el concepto de *fuerza* no ha dejado su carácter cinemático. En Descartes, el esquema de la física y la metafísica no permite concebir un tipo de fuerza inherente a los cuerpos, pues éstos sólo poseen extensión, ni tampoco una *fuerza* ajena o externa (como la gravedad o la fuerza centrífuga) pues es la naturaleza de la materia (cartesiana) con sus tres diferentes tipos de elementos la que explica todos los movimientos.

En Hobbes la tradición del *impetus* se subdivide en *conatus* e *impetus*, por lo que el análisis geométrico-matemático es más específico. Sin embargo, podemos poner de manifiesto que en general, los pensadores vistos definen los conceptos a su modo y comprensión, para después tratar de dar cuenta de los mismos fenómenos (en este caso, de los choques e interacción en general), por lo que es natural no poder llegar a acuerdos tanto lingüísticos como matemáticos y físicos debido a los marcos teóricos en los que están inmersos.

Estas ideas (tanto las cartesianas como las de Hobbes) y las vistas en los capítulos I y II, fueron aceptadas por Leibniz cuando joven, pero al ir profundizando en las matemáticas, la física y áreas afines, considera insuficiente la visión cinemática de la *fuerza* obligándolo a proponer múltiples fuerzas en una visión dinámica, en parte aristotélica, pero en parte

matemática, tratando de suplir (a su juicio) las insuficiencias teóricas y explicativas de la física cartesiana principalmente, pero también las de la época. La *dynamis* de Aristóteles, la *fuerza de proyección* de Hiparco, la *fuerza cinética* de Filopón, la *fuerza* de Kepler, el *impetus* de Galileo, el *conatus* de Hobbes son, para Leibniz como partes de una fuerza fundamental que posee muchas caras y múltiples expresiones.

IV. Física leibniana

Fuerza físico-mecánico-matemática

IV.1 A modo de introducción

Leibniz (1646-1716)

No sería adecuado llamar (todavía) *Dinámica* a la física leibniana de juventud, más acorde sería el nombre de *Cinemática*, influida –como se verá– por la física cartesiana y el concepto de *conatus* de Hobbes. Leibniz leyó a Aristóteles y la escolástica medieval con profundo interés, tratando de reivindicar algunos conceptos que pensadores previos a él habían procurado (con mucho esfuerzo) *excluir* de la física y la metafísica (tal es el caso del lenguaje utilizado por la escolástica como sustancias, esencias, formas, entelequias, etc.) y, más aun, intentó hacerlos “conciliables” con los pensadores modernos.

Ahora bien, generalmente se distinguen tres etapas de su labor intelectual, que se insertan en diferentes momentos de su vida. El cambio de su enfoque intelectual, esto es, del período de juventud al de transición sucede como consecuencia de un viaje diplomático a París en 1676, en el cual su visión del mundo, incluida la física, sufrió una transformación radical dándole la opción de conocer los trabajos de geometría e hidrostática de Blaise Pascal, el método matemático de los indivisibles de B. Cavalieri¹, los trabajos de Galileo y los galileanos, además del contacto, orientación y guía de Christian Huygens² quien mantuvo una correspondencia constante con Leibniz, dando su asentimiento o “visto

¹ Ver nota 50, capítulo II.

² Christian Huygens, (1629-1695) físico y matemático holandés que descubrió (entre muchas aportaciones científicas) uno de los satélites de Saturno y logró observar los anillos con un telescopio de su propia fabricación. Su más reconocido trabajo lo constituye su *Tratado de la luz*, el cual estableció los fundamentos de la teoría ondulatoria de la luz y por la cual tendría diferencias con Newton.

bueno” a las teorías filosóficas y científicas leibnicianas. Así, con un nuevo bagaje científico, sumado a una preparación matemática, Leibniz colabora en no pocas cuestiones acerca de materias diversas, siendo una de sus preocupaciones principales los aspectos básicos de la física y la metafísica.

Posteriormente hubo una segunda transformación importante, la cual se inserta en su período de madurez, en la que ha desarrollado el sistema metafísico monadológico, lo que le permite integrar la física y la metafísica en una *ontología de fuerzas*.

El conocimiento e interpretación de la física y metafísica cartesiana, lleva a Leibniz a una crítica y un distanciamiento paulatino de las tesis físicas. Una idea que será constante en su crítica es la de “conservación del movimiento” y “cantidad de acción motriz” que, según Leibniz, Descartes no supo distinguir.

Un factor importante en su dinámica es el descubrimiento del “cálculo de las diferencias”, que le permite distinguir y manejar elementos infinitamente pequeños o *conatus* y elementos continuos o *impetus*, pasando de unos a otros matemáticamente.

Para el tratamiento de la física leibniciana consideré adecuado ubicar los tres elementos más importantes de su sistema: la materia, el movimiento y el contacto entre cuerpos, con el *conatus* como elemento fundamental. Así, en las diferentes etapas mencionadas, al ir modificando cualquiera de los tres, inmediatamente se ven modificados los otros dos.

IV.2 Física temprana

IV.2.1 De la materia

En una carta a Jacob Thomasius de 1669³ Leibniz explica las características que considera como las más importantes de los modernos referentes a la física del movimiento. En dicha carta sostiene la idea de que es posible conciliar a los modernos con Aristóteles realizando pequeñas modificaciones referentes a los conceptos básicos como la materia y sus propiedades, que en esta etapa están definidas por Descartes: magnitud, figura y movimiento⁴. Por tanto Leibniz se concentra en hallar las coincidencias entre antiguos y modernos e inevitablemente sus diferencias y deficiencias.

Para Leibniz la materia prima aristotélica y la materia sutil de Descartes son equivalentes resaltando cuatro características: a) es *infinitamente* divisible; b) es continua; c) recibe de la mente (o primer motor) el movimiento y, d) es impenetrable, lo que posteriormente llamará *antitipia*⁵. Al *cuerpo* lo concibe como “masa inerte”, esto es, que posee en esencia extensión e impenetrabilidad, es decir *ocupación del espacio o lugar*⁶.

Esta definición de materia y cuerpo le sirve para abordar el problema de las colisiones y transmisión de movimiento, problemas que se verán más adelante.

³ *Loemker* 93-104.

⁴ *Loemker* 94.

⁵ *La material prima según Aristóteles y Descartes* en *GPS* VII 259-60/*Andreu* I 39-40.

⁶ *La nueva dinámica* en *GPS* VII 280-83/*Andreu* I 59.

IV.2.2 El movimiento y el *conatus*

Para Leibniz el movimiento en la materia (tanto aristotélica como cartesiana) se explica por revoluciones o giros ya que la continuidad de la materia propaga el movimiento en formas circulares (lo que nos recuerda el argumento de Tito Lucrecio). Sostiene que “si la materia se mueve de una sola manera, es decir, en *líneas paralelas, quédase en reposo* y en consecuencia, es nada. *Todo esta lleno* porque la materia prima y el espacio son lo mismo”⁷.

Sin embargo, uno de los problemas más famosos de la época (y por el cual Leibniz se interesa en el tema) no era el tipo de movimiento de las partes de la materia o de la materia en sí, sino la transmisión o choque de sus partes. En este aspecto la solución que la física cartesiana daba al problema de dos o más cuerpos en colisión o choque y su resultante (como en los péndulos de varias esferas conjuntas cuyo movimiento se transfiere del primero al último sin provocar el movimiento de las esferas intermedias) se consideraba insuficiente, razón por la cual la Royal Society de Londres encargó a los más grandes físicos de la época Huygens, Wallis y Wren⁸ resolverlo de manera adecuada.

⁷ *GPS VII 259/ Andreu I 39*

⁸ Referencia audiovisual Edusat: El experimento de la Royal Society de Londres de 1666, “John Wallace, sobre la conservación del momento”. El problema planteado es el de una serie de balines suspendidos por hilos los que, debido a su contigüidad, hacen que los balines estén pegados en una línea imaginaria en el aire. El problema es poner la primera bola en altura suficiente para que al descender, impacte a la inmediata sucesiva y, así hasta la última, donde se da por probado que existe algo que se transmite y, que en condiciones ideales, lo hace infinitamente hasta el último elemento. En este caso, se trata de investigar la *transmisión* de la cantidad de momento.

Leibniz se interesó en el problema aunque sus conocimientos sobre matemáticas y geometría eran insuficientes. Pese a esto compone dos trabajos sobre las leyes del movimiento de los cuerpos, de los cuales envía uno a la Academia francesa, llamado “Teoría del movimiento abstracto” (*Teoria Motus Abstracti*⁹) y el otro a la British Royal Society de Londres llamado “Teoría del movimiento concreto” (*Teoria Motus Concreti*).

La solución se propone desde la *cinemática*, es decir, como mera *descripción* geométrica, además de que la característica de los cuerpos debía ser: 1) ser cuerpo perfectamente duro; 2) inelástico¹⁰, 3) incompresible (algo similar a la definición de átomo).

El tema principal en la *Teoría del Movimiento Abstracto* es un análisis de la “impulsión”, “impacto” o “colisión” de dos cuerpos y sus respectivos contactos, tratando de subrayar la importancia de la definición aristotélica de “contacto”, esto es, cómo “cuerpos cuyos límites son uno, son continuos o están en cohesión”¹¹, lo que lleva a afirmar que el movimiento de un cuerpo (al estar en contacto con otro) se transmite o es “idéntico” al movimiento del otro¹² ya que su impulso o *conatus* se transmite por contacto, esto es, un “*conatus* de cambio”¹³ o tendencia (infinitamente pequeña) de cambio de lugar y de su *inmediata* transmisión de un cuerpo a otro¹⁴. *Conatus* es entendido como el *movimiento* del

⁹ *Loemker* pp. 139-142

¹⁰ Por inelástico se debe entender un cuerpo que, suponiendo, llegase a chocar con una superficie lisa y dura, regrese a la altura o posición original (en un caso ideal), o en otras palabras, que su masa no absorba parte del movimiento o reduzca su reacción, dejando una distancia mayor a la posición original (previa al choque), lo que en este caso lo cataloga como elástico.

¹¹ *Física* 227 a 6-35/*Echandía* 313.

¹² *Loemker* 140, §20.

¹³ Visto más arriba en el capítulo referente a Hobbes (II.2.2)

¹⁴ *GMS* VI 241/ *G.W. Leibniz, Escritos de dinámica*, 68-69.

cuerpo en un momento del tiempo¹⁵ pues “no es un átomo de movimiento, porque no rompe la continuidad de los desplazamientos: implica algo instantáneo, el tránsito que se produce en cada momento, y tampoco se identifica con la quietud, sino que está compuesto de partes aunque sean partes indistantes”¹⁶, de nueva cuenta sin importar las magnitudes de ambos. Las diferentes críticas (posteriores) de Leibniz a estas tesis provienen del absurdo de que cuerpos pequeños muevan objetos grandes, “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”¹⁷. Así, el cuerpo A le transmite al cuerpo B **todo** su movimiento y *conatus* no importando las dimensiones de ambos, lo cual contradice lo observado en la experiencia, puesto que 1) si A –en movimiento- es pequeño y B –en reposo- grande, A *debe* retroceder; 2) si A –en movimiento- es grande y B –en reposo- pequeño, A debe arrastrar a B; 3) si A=B (en magnitud) ambos después de la colisión deben viajar a la misma velocidad y no como se pretende. Un aspecto que escapa al problema consiste en determinar la dimensión o magnitud y densidad del cuerpo, cuestión que cobra un valor fundamental al hablar de movimiento y, por ende, velocidad¹⁸.

Todas estas cuestiones dan como consecuencia que la cantidad de movimiento en el universo no se conserve, pues imaginando un cuerpo afectado simultáneamente por diversos cuerpos con sus respectivos *conatus*, podrían éstos anular el desplazamiento del

¹⁵ *Loemker* 140, §17.

¹⁶ *Introducción. Escritos de dinámica*, Juan Arana Cañedo-Argüelles, páginas XXII-XXIII.

¹⁷ *GMS* VI 241/G.W. Leibniz, *Op. Cit.*, pp. 69-70).

¹⁸ *GMS* VI 72-74/*Loemker* 140-41.

mismo, es decir, anular su movimiento, lo cual es incompatible con la física del *conatus* que está proponiendo, en el sentido de su inexorable propagación.

Como una variante en la búsqueda de explicaciones del movimiento, Leibniz explora el aspecto de la “impenetrabilidad” de la materia o de los cuerpos, pues en el caso de los choques o colisiones al no poder penetrarse mutuamente, un cuerpo transmite su *conatus* es decir *su tendencia a ir con la misma velocidad y con el mismo sentido de su marcha*, pues toda tendencia es comienzo de acción y por ende contiene en sí el comienzo del efecto o pasión en aquello sobre lo que actúa¹⁹.

En estos casos el *conatus* que se transmite lo hace *idénticamente*, es decir, la preocupación en la etapa de juventud de la *Theoria Motus*, es el *contacto* y transmisión del *conatus*, en cambio, en el caso del *Bosquejo Dinámico* y *La nueva dinámica* que corresponden al período de transición, la preocupación es que ese *conatus* debe imprimir la misma *velocidad y dirección*, cuestiones que en la física clásica (y contemporánea) hacen la diferencia entre una medida escalar (de magnitud o cantidad) y una vectorial (de magnitud y sentido o dirección).

IV.3 Física de transición

IV.3.1 Insuficiencias explicativas

En esta etapa de transición (posterior a su viaje a París y hasta el *Bosquejo dinámico* de 1695), Leibniz va descubriendo los errores en su consideración de la naturaleza de los

¹⁹ *Andreu* 160.

cuerpos. Es por diversos caminos que modifica su concepción de la esencia de la materia, llegando a convencerse que los principios mecánicos de la naturaleza deben fundarse en principios metafísicos, por ejemplo, la causa eficiente y final del aristotelismo.

Para comprender mejor la naturaleza del cuerpo, realiza “experimentos mentales” en los que se plantea qué sucedería a un objeto, que va desplazándose lentamente, si es golpeado (en la misma dirección, es decir, es “alcanzado”) por otro (en igualdad de magnitud y densidad), con las condiciones de la “composición geométrica del *conatus*” (la de transmitirse íntegramente): concluye que el resultado sería que el cuerpo que se mueve lentamente debiera aumentar la velocidad equivalente a la suma de la propia y la recibida, algo que no sucede en la naturaleza²⁰.

También plantea qué sucedería si a un objeto o cuerpo en movimiento se le añade *masa* o *mole*²¹, llegando a la conclusión de que tendría que disminuir su velocidad, por lo cual esta inercia de los cuerpos no puede deducirse de la sola noción de materia o lo extenso y movimiento o cambio de lugar

sino que hay que añadir y aceptar en los cuerpos, ciertas nociones por así decir inmateriales o independientes de la extensión, a las que se pueden llamar potencias, con las cuales la velocidad se acomoda al tamaño, potencias estas que no consisten en el movimiento ni siquiera en la tendencia o inicio del

²⁰ *GPS* VII 280-283/*Andreu I* 59.

²¹ De hecho en varios textos de la época maneja como sinónimos *masa*, *moles* y *corpus*, lo que significa que su concepto de *masa* (al igual que la mayoría de los filósofos modernos) en realidad es peso.

movimiento, sino en la causa o razón intrínseca del movimiento que es necesaria, según la ley necesaria para su continuación²².

Poco a poco va descubriendo que existe una diferencia entre conservación de la cantidad de movimiento y conservación de la cantidad de fuerza; en un principio cree que la primera se conserva, pero posteriormente realiza experimentos en los que concluye que es ficticia y la segunda real.

IV.3.2 Conservación de la fuerza vs. conservación de la cantidad de movimiento

En el descubrimiento de los diferentes tipos de conservación Leibniz escribe un artículo llamado *Breve demostración del memorable error de Descartes y otros sobre la ley natural, por la que quieren que la cantidad de movimiento sea conservada por Dios siempre igual, de la cual abusan incluso en la mecánica*²³, en donde Leibniz expone las diferencias esenciales entre los conceptos físicos de *momentum* o *cantidad de movimiento* y *fuerza motriz* (o *cantidad de acción motriz*).

Este título es por demás tajante y agresivo para la física (y los físicos) cartesiana, y en el que Leibniz atribuye a Descartes una errónea interpretación²⁴ matemática y física del fenómeno de los cuerpos en colisión.

²² *GPS*, VII 283/*Andreu I* 63.

²³ *GMS* VI 117-119/G.W. Leibniz, *Escritos de dinámica*, pp. 3-8.

²⁴ En una nota a pie de página de la Introducción [en Leibniz, *Escritos de dinámica*, p. 4, n. 2] el traductor Juan Arana cita que inclusive Huygens se extraña de ésta interpretación leibniziana de Descartes, lo que sugiere que no estaba de acuerdo con Leibniz o que difería en algún punto.

La intención de Leibniz es demostrar la confusión de términos y leyes matemáticas que había propuesto Descartes para la conservación del movimiento, en el sentido de que esta ley establecía que la “cantidad de movimiento” o *momentum*²⁵ previa al choque y después del mismo, se conservaba. La ecuación de cantidad de movimiento cartesiana es $f=mv$, donde f representa a la fuerza (en el sentido cinemático visto en el capítulo III), m es la masa y v la velocidad del cuerpo. La tesis cartesiana es que debe conservarse en el mundo la misma cantidad de movimiento²⁶.

Para Leibniz esto era una deducción incorrecta porque, según sus propios análisis, lo que permanece constante o se conserva es la *fuerza total* o *acción motriz* y no (como sostiene Descartes) la cantidad de movimiento, porque ésta debe regirse por las leyes establecidas por Galileo Galilei sobre cuerpos en caída libre, la cual concluye que las velocidades de los objetos son proporcionales a las alturas de las que descienden y, en consecuencia, su *momentum*²⁷.

Leibniz propone un experimento mental para comprobar su hipótesis. La “prueba” consiste en un experimento de 2 cuerpos de masas de 1 y 4 libras elevados a alturas de 4 y 1 alnas²⁸ respectivamente, con lo cual se sobreentiende que es necesaria la misma fuerza para elevar el primer cuerpo de una libra a 4 alnas y el segundo cuerpo de 4 libras a un alna. Sin embargo el problema se origina cuando ambos cuerpos adquieren movimiento en caída

²⁵ Enunciada en *AT* XI, 40/*PF* II, §41/*Mundo* 115, cap. III.1.2.

²⁶ Descartes sostenía que la sumatoria de los productos de todas las masas del universo por las velocidades respectivas, es una constante, esto es: $m'v'+m''v''+m'''v''' + \dots = C$, puesto que la cantidad de movimiento en el universo permanece constante (ver *supra*, cap. III.2.1).

²⁷ Recordando el giro galileano al concepto de *momentum* como la “fuerza” de un móvil en función de su movimiento, también llamado *impetus* (ver *supra* cap. II.3).

²⁸ Alna: antigua medida de longitud equivalente a un metro y quince centímetros.

libre ya que, según los experimentos de Galileo, el cuerpo elevado a cuatro alnas adquiere el *doblo* de la velocidad que el elevado un alna por lo que el resultado de la cantidad de movimiento será: en el cuerpo de una libra elevado a cuatro alnas obtiene, multiplicado por dos grados de velocidad, al descender, un *momentum* de 2 y el cuerpo elevado a un alna obtiene, multiplicando por un grado de velocidad, un *momentum* de 4, algo absurdo si se entiende la *fuera motriz* (de la manera que Leibniz *quiere* entender a Descartes) como algo equivalente a la cantidad de movimiento, puesto que en este ejemplo, habría fuerza perdida y no se explicaría en dónde se pierde.

Para Leibniz, en cambio, la cantidad de *fuera* estaba en función del producto de la masa por la velocidad del cuerpo al cuadrado, esto es $f = m v^2$, en el que f representa a la fuerza, m la masa y v la velocidad. Lo que significa que sustituye la “cantidad de movimiento” por *fuera viva*²⁹, es decir, el producto de la mitad de la masa por el cuadrado de la velocidad ($\frac{1}{2} m v^2$). La suma que sería siempre constante en el universo es la de las *fuera vivas* (y no la cantidad de *momentum*) lo que (eliminando $\frac{1}{2}$) queda como:

$$m'v'^2 + m''v''^2 + m'''v'''^2 + \dots = C$$

Respecto a éste último énfasis en establecer la equivalencia entre cantidad de *fuera* y no cantidad de movimiento, Leibniz postula que si la cantidad de movimiento es exactamente la misma en cualquier interacción de cuerpos, significa que 1) o no se pierde nada en el (o los) impacto (s), llámese percusión, fricción, vibración, etc., o 2) si llega a haber algún tipo de pérdida, ésta es restituida de manera milagrosa, lo que considera absurdo. Enfoca su atención en demostrar que al sostener la idea cartesiana de la conservación de la cantidad

²⁹ Véase *infra* sección del *Bosquejo dinámico*.

de movimiento se sigue necesariamente el movimiento mecánico perpetuo, algo que a juicio suyo es un absurdo. La demostración es la misma que la del *Memorable error* pero es utilizada en otro sentido, en este caso para sugerir que de existir el movimiento mecánico perpetuo, una máquina puede producir un efecto indefinidamente sin agotarse lo que provocaría acción de la nada o en otras palabras, *el efecto sería superior a su causa* lo que está en contra de sus principios.

Cabe puntualizar ciertos aspectos relacionados con estas tesis que parecen confundirse:

tesis A: posibilidad de un *movimiento perpetuo*

tesis B: posibilidad de un *movimiento mecánico perpetuo*

Para Leibniz A es un caso ideal en el cual podemos imaginar un péndulo en el vacío oscilando siempre a la misma altura y velocidad (e inclusive ignorando la *fricción* debida a la frotación entre el eje de rotación y el brazo), o mejor aún, un cuerpo libre de influencias o fuerzas externas (excepto la gravedad), es decir, lo que Galileo había postulado con su principio de inercia como caso *ideal*.

Sin embargo B, no es posible, porque si tomamos el caso del mismo péndulo, se produce calor (por mínimo que sea), lo que el movimiento “mecánico” restituiría al elevarse a la misma altura por siempre, es decir, habría creación de un movimiento a partir de la nada, en este caso, la que sustituye a la transformada en calor, lo que en otras palabras siempre está criticando de las tesis físicas de Descartes: la conservación de la cantidad de movimiento

produce estos efectos, o (en palabras de Leibniz) “el efecto entero no sería igual a la causa total”.³⁰

Las discusiones generadas por las controversias leibnicianas involucraron a varios matemáticos y físicos de la época entre los cuales se encontraban C. Huygens, los hermanos Juan y Jacobo Bernoulli, y Jacobo s/Gravesande, Christian Wolf, el Sr. Abate de Catelán, James Stirling, Samuel Clarke, entre otros. De acuerdo a la evaluación histórica³¹, la interpretación cartesiana de la fuerza estaba en función del tiempo, mientras que la leibniciana en función del espacio, es decir Descartes sostenía algo como:

$$\frac{f}{F} = \frac{ma}{MA} = \frac{mat}{MA t} = \frac{mv}{MV}$$

Donde A y a significan aceleración, T y t tiempo, M y m masa y F y f son fuerzas, en este caso constantes, y *existe una razón que se conserva proporcional* a la cantidad de movimiento (mv); en cambio la interpretación leibniciana sería:

$$\frac{f}{F} = \frac{ma}{MA} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}MV^2} = \frac{mv^2}{MV^2}$$

Donde S significa espacio recorrido por el cuerpo, el cual según los estudios de Galileo, en caída libre su velocidad variaba exponencialmente.

³⁰ Costabel, Pierre. *Leibniz et la Dynamique*, pag. 106 .

³¹Véase la introducción de Juan Arana en *Escritos de dinámica*, pp. XXVII-XXXV y también en Jammer, *Concepts of force*, p. 165.

Ahora bien, según esta interpretación de las dos posturas, los matemáticos y físicos que intervinieron posteriormente sólo batallaron en las palabras, ya que se referían a distintos “objetos” con el mismo nombre, en este caso, la fuerza.

Según Jammer³², Leibniz estaba más cerca de “nuestro” concepto de *energía* (cinética) y Descartes al de *momentum*, sin embargo faltaban todavía las nociones fundamentales de vectores.

IV.4 Física de madurez

La física leibniziana posterior a sus trabajos de 1695 se centra en los aspectos tratados en el siguiente capítulo, esto es, cuando se ve obligado a reconocer en la materia elementos que las definiciones modernas de la misma no permitían aceptar: las entelequias y las formas sustanciales. Sin embargo, debido a la compleja red de tipos de *fuerza* que propone, Leibniz insiste en dar un tratamiento matemático a algunas de estas fuerzas, aplicando en este caso su cálculo de las diferencias, cálculo desarrollado en su etapa de transición y por el cual tuviera diferencias con otro gran científico: Isaac Newton. Esto obliga a que el problema de la fuerza se traslade a un nuevo nivel que he denominado ontológico-dinámico en el cual se abordan sus principales tesis físicas y metafísicas.

Inclusive hallamos una muestra de la necesidad de proponer algo más en la materia que sólo magnitud, figura y movimiento (incluyendo la impenetrabilidad y otras propiedades) en la famosa correspondencia con Arnauld, en donde explica que es

³² Max Jammer, *Op. cit.*, p. 125.

necesario comprender la naturaleza de la fuerza, que es completamente diferente del movimiento que es cosa más relativa. Que hay que medir esa fuerza por la cantidad del efecto. Que hay una fuerza absoluta, una fuerza directiva y una fuerza relativa. Que cada una de estas fuerzas se conserva con el mismo grado en el universo o en toda máquina que no se comunica con las demás, y que las dos últimas fuerzas consideradas juntas componen la primera o absoluta. Pero que no se conserva la misma cantidad de movimiento, puesto que yo muestro que, de otro modo, se encontraría el movimiento perpetuo y el efecto sería más poderoso que su causa³³.

En el próximo capítulo propongo una esquematización más completa de los diferentes tipos de fuerza con sus diferentes niveles explicativos, procurando abarcar los ya vistos.

³³ G.W. Leibniz, *Correspondencia con Arnauld*, p. 55.

V. Dinámica leibniziana

Fuerza ontológico-dinámica

V.1 *Hacia el Bosquejo dinámico*

*Lo que no es verdaderamente **un ser**, no es tampoco verdaderamente un ser.*

Carta a Arnauld, Abril de 1687¹

En esta segunda clasificación se incluirán las ideas relativas al aspecto dinámico no ya del cálculo matemático o la consideración de magnitudes y velocidades, sino la definición, clasificación y esquematización de las fuerzas y sus diferentes cualidades y atributos según una visión general que, de paso, sitúa la problemática en un terreno específico de investigación, es decir, “ubica” el problema a tratar en un nivel propio de la actividad de la “sustancia” *con relación* a la forma y la materia. Leibniz mantiene (a lo largo de su vida en cuanto al desarrollo de la dinámica) la teoría de los dos reinos de la naturaleza que se compenetran sin confundirse: el de las formas y el de la materia. El primero anima y da vitalidad al segundo, el segundo complementa el primero y ambos se expresan como la máxima dimensión en pluralidad de formas y esencias.

Es principalmente en la época posterior a su viaje a París, cuando Leibniz se preocupa por formular y sustentar sus ideas sobre la dinámica. En distintos lugares y desde diferentes

¹ G.W. Leibniz, *Correspondencia con Arnauld*, p. 110.

perspectivas, inicia la construcción conceptual de los elementos que intervienen en el análisis de la materia, de la sustancia, del movimiento y de su relación mutua. Existen varias directrices que lo ayudan en este recorrido:

- 1) Por una parte se encuentra insatisfecho con las características cartesianas de la materia, lo que lo lleva a una crítica y posteriormente a un distanciamiento.
- 2) Su progresivo desarrollo matemático y geométrico le convence de que el espacio y el tiempo son entes *ideales* y, por implicación, el movimiento y el reposo (incluyendo la crítica al movimiento absoluto, que se refiere a espacio y tiempo absolutos), sosteniendo que lo único real es *la fuerza* en sus diferentes modalidades (véase más adelante el § 18 del *Discurso de metafísica*).
- 3) Sus análisis sobre los cuerpos, el cambio y la materia, lo orillan a retomar conceptos que la filosofía moderna había abandonado: las *formas sustanciales*, *el alma* y las *entelequias*. En esta etapa de transición se comienza a gestar la “mónada” como aquella parte de los entes que permita comprenderlos, esto es, vincula la física con la metafísica mediante un nexo: el centro de fuerza, átomo formal², *principio* de vida y cambio, la sustancia.

Ahora bien, no sólo la mónada es *fuerza*; de hecho, para Leibniz, la materia es una modalidad de la *fuerza*. Las diferentes fuerzas conocidas, como la centrípeta y la centrífuga, vendrían siendo fuerzas derivadas. Todo esto lo lleva a esquematizar, jerarquizar y ordenar los diferentes modos de la fuerza en un trabajo principal que bien podría ser el corazón de esta segunda clasificación: el *Bosquejo dinámico*.

² Llamado así en 1695.

Sin embargo, el propio Leibniz al estructurar su ciencia de la dinámica, expresa sus ideas en diferentes formas y en múltiples lugares, así como con diferentes propósitos, algunos teológicos, otros metafísicos y, los más mecánicos por lo que los significados de los conceptos más importantes varían. Tal es el caso de su concepto de *impetus*, el cual adquiere diferentes sentidos en la medida que va desarrollando su sistema dinámico.

Uno de los tópicos importantes del capítulo presente es la búsqueda leibniziana de una correcta definición de sustancia y su diferencia de aquello que no lo es, pues la sustancia renovada de Aristóteles, le permitirá llegar a la noción de *mónada*, por lo que las relaciones entre ambas se verán abordadas desde distintos ángulos, algunos físicos, otros ontológicos y matemáticos.

En esta relación entre sustancia y materia, la *fuera* comienza a emerger como un concepto necesario, puesto que la sola materia entendida cartesianamente carece de propiedades como la inercia y es insuficiente para explicar la actividad “propia” de los seres, aspecto que progresivamente enfatiza contra Descartes.

A continuación presento diferentes textos que proporcionan ideas que ayudan a comprender el desenvolvimiento leibniziano de los conceptos de materia, sustancia y *fuera*, los cuales nos conectan con el siguiente nivel o clasificación de la misma, además de proporcionar los argumentos contra la física cartesiana. En el siguiente texto,

hallamos una postura que podríamos llamar “radical”, en la que Leibniz propone a la materia como *fuera*.

a) *Sobre el modo de distinguir los fenómenos reales de los imaginarios* (1684)

Dice Leibniz, refiriéndose a la diferencia entre las *sustancias* de las que no lo son en estos términos: “asimismo puedo demostrar que si algún cuerpo es real sólo consiste en fuerza activa y pasiva, de modo que la sustancia del cuerpo consista en eso (como *materia* y *forma*), pero estos cuerpos no tienen forma sustancial, sólo son fenómenos o, a lo sumo, agregado de fenómenos verdaderos”.³

Creo que lo interesante de esta postura es el concebir a los cuerpos como constituidos sólo por fuerzas, es decir, la *materia* es una especie de fuerza, puesto que los cuerpos están hechos de materia. Más adelante, cuando se analice el *Bosquejo dinámico*, se hará mas patente la postura leibniziana con respecto a la materia y a la esquematización como *fuera* que es.

Dice también que “las sustancias tienen materia metafísica o potencia, la cual es pasiva en cuanto las sustancias expresan algo confusamente, activa en cuanto expresan algo en forma distinta”⁴. Claro que al ser sus primeras reflexiones acerca de la recuperación de las formas sustanciales, parece difícil comprender esta “materia metafísica”.

b) *Discurso de metafísica* (1686)

³ GPS VII 319/*Olaso* 270 (las cursivas son más)

⁴ GPS VII 322/*Olaso* 270.

Texto que también podría ser llamado “metafísica de la fuerza” ya que considera apropiado retomar las *formas sustanciales* aristotélicas, “almas” (*entelecheia*), porque otorgan propiedades a los cuerpos que no logran ser explicadas por la denominación cartesiana de materia sutil; ejemplo de esto es el caso de la *resistencia* de un cuerpo a modificar su estado cinemático, diferente (según Leibniz) de la mera “indiferencia” de la materia⁵.

De manera cada vez más abierta reivindica las *unidades sustanciales* (que en un futuro no muy lejano llama *mónadas*) como principios reales, fundamentos o “átomos de fuerza” que constituyen la esencia del mundo, la causa y el origen del cambio, cuestión enteramente distinta de la materia considerada como sólo extensión, y que contiene algo imaginario, por lo que no puede ser la sustancia del cuerpo.

Aprovecha el argumento de la *Breve demostración* para marcar, enfatizar y distinguir la realidad de la *fuerza* por encima de la mera extensión:

§12 Que las nociones que consisten en la extensión encierran algo imaginario y no podrían constituir la sustancia del cuerpo. (...) el que medite sobre la naturaleza de la sustancia, (...) encontrará que la naturaleza toda del cuerpo no consiste solo en la extensión, es decir, en la magnitud, figura y movimiento, sino

⁵ Más adelante (vease inciso g de este capítulo) explica detalladamente en que consiste esta fuerza en el caso de cuerpos inorgánicos.

que hay que reconocer necesariamente en ella algo que tenga relación con las almas, que se llama usualmente *forma sustancial*⁶.

En el §17 se halla el esbozo del mismo argumento de la ***Breve demostración*** concerniente a saber cuál es en realidad el elemento que se conserva en las interacciones.

En el §18 continúa de manera insistente con la crítica a Descartes y a los cartesianos por sostener la conservación de la cantidad de movimiento:

§18 La distinción entre la fuerza y la cantidad de movimiento es importante, entre otras cosas, para juzgar que hay que recurrir a consideraciones metafísicas ajenas a la extensión para explicar los fenómenos de los cuerpos [...] pues el movimiento (...) no es una cosa enteramente real. Pero la fuerza o causa próxima de esos cambios es algo más real y hay fundamento bastante para atribuirle a un cuerpo más que a otro; y sólo por esto puede conocerse a cual pertenece más el movimiento. Pero esta fuerza es algo diferente de la magnitud, de la figura y del movimiento, y con ello se puede juzgar que no todo lo que se concibe en los cuerpos consiste únicamente en la extensión y sus modificaciones, como opinan nuestros modernos.[...] Los principios generales de la naturaleza corpórea y de la mecánica misma, son más bien metafísicos que corpóreos, y corresponden más bien a algunas formas o naturalezas *indivisibles* como causas de las apariencias que a la masa corpórea o extensión⁷.

⁶ Leibniz, G.W. *Discurso de Metafísica*, p.69 (las cursivas son mías).

⁷ *Id.*, pp. 80-81.

Podemos notar claramente, que es alrededor de esta época cuando comienzan a surgir con fuerza sus preocupaciones metafísicas concernientes a la unidad en la pluralidad, de la permanencia dentro del cambio, de lo “real” y lo aparente, las cuales se harán cada vez más necesarias en la integración de su sistema y, sobretodo, en su insistencia para consolidar la metafísica por encima de la física y la matemática, como la fuente de verdad y validez de ambas.

c) [*Materia y extensión*] (1691)⁸

En esta etapa de su vida, Leibniz trata de definir y redefinir de múltiples formas su posición en cuanto a los conceptos más básicos de la materia, el cuerpo y la extensión y este texto sirve como parámetro⁹ pues aborda el problema de la inercia y analiza cuál es su naturaleza en la materia y cómo es posible que la noción de *extensión*¹⁰ no la abarque. Sostiene, como en otros textos, que la sola *extensión* (como longitud, anchura y profundidad) **no** contiene las propiedades de la inercia: 1) una resistencia del cuerpo al movimiento y, 2) una vez adquirido el movimiento, perseverancia en el mismo o conservación de su estado cinemático.

Resalta la diferencia entre una propiedad de la materia como *indiferente* a otra muy distinta como es la *resistencia* de cambio o conservación de su movimiento. Plantea que si la materia fuera sólo *indiferente*, el cambio de lugar se podría explicar a través de la

⁸ Título que no es original de Leibniz sino añadido por Agustín Andreu.

⁹ En *GPS IV*, 465-66/*Andreu I*, 186-87].

¹⁰ En *GPS IV*, 467/ *Andreu I*, 188 sostiene que "la *extensión* no significa más que una repetición o multiplicidad continuada de lo que está extendido, una *pluralidad, continuidad y coexistencia* de partes" (extracto de una carta de Leibniz 18 de junio de 1691).

“composición geométrica del *conatus*” (que había propuesto de joven) pero como esta posibilidad no explica la inercia hay que añadir alguna noción superior o metafísica, a saber, la de sustancia, acción y fuerza. Nociones que dicen que lo que padece debe accionar en reciprocidad y que todo lo que actúa debe padecer alguna reacción y, por consiguiente, que un cuerpo en reposo no puede ser empujado por otro cuerpo en movimiento, sin cambiar algo de la velocidad y dirección del agente¹¹.

d) ***La reforma de la filosofía primera y la noción de sustancia*** 1694.

No menos importante (y tal vez antecesor directo del *Bosquejo Dinámico*) es la *Reforma de la filosofía primera y la noción de sustancia de 1694*¹² donde trata de manera mas completa los conceptos de fuerza y sus diferentes caracterizaciones en función de la sustancia:

la noción de *fuerza*, o sea potencia (que los alemanes llaman *kraft*, y los franceses *force*)- a cuya explicación he creado la ciencia especial de la *Dinámica* -arroja muchísima luz para entender la noción de *sustancia*. En efecto, la fuerza activa se distingue de la mera potencia [de la escolástica](...) en que la potencia activa (...), no es más que la posibilidad próxima de actuar pero que sin embargo para pasar al acto necesita del estímulo y como de acicate ajeno. Ahora bien, la

¹¹ *GPS IV*, 465-66/*Andreu I*, 186-87.

¹² *GPS IV*, 468-70/*Olaso* 455-58.

*fuerza activa comprende cierto acto o entelequia (entelecheia) que se sitúa entre la facultad de actuar y la acción misma, e implica un conatus*¹³.

Se puede observar que esta etapa es prolífica en tipos de fuerzas; ahora no sólo se propone refutar la física cartesiana sino que además agrega cualidades a la noción de “potencia” [de la escolástica] llamándola o transformándola en *fuerza activa*, procurando sustentar el concepto de *fuerza* como el eje central de toda la dinámica tanto en el aspecto cinemático como en el mecánico y el ontológico. Sin embargo, la creación de nuevos conceptos en algunos pasajes parece ser ambivalente, por lo que se presenta una tabla comparativa de términos al final del capítulo, donde procuramos abordar las características de este *conatus* en el nivel dinámico. En el capítulo VI se aborda desde el aspecto ontológico.

Ya nos había quedado claro que el *conatus* del movimiento era equivalente a la cantidad del movimiento de un cuerpo, pero ahora este esfuerzo, ¿de qué manera comprenderlo? Es muy probable que siga siendo (de todos modos) algo similar a la *forma* aristotélica, cuya potencia de actuar, afecta a la materia. Además ¿cómo se puede situar la *entelequia* entre una facultad y una acción? ¿no se necesitará un nuevo intermediario entre la facultad y la entelequia, y así hasta el infinito? Inclusive, es factible que la entelequia o forma sustancial posea la característica *sobreañadida* (por Dios), continua y permanente, de una fuerza interna que nunca cesa. O más aún, que sea Dios mismo el que *da* la *fuerza* inherente de manera continua, pues ¿cómo salvar el hecho de que toda mónada o forma sustancial *no* pierde fuerza ni capacidad de actuar (o *potencia*) en el transcurso del tiempo, esto es, que no se agota? En este punto es más fácil concebir (como *hipótesis*) que la mónada *es*

¹³ GPS IV 468-70/ *Loemker* 433 (las cursivas son mías).

creación continua de Dios, pues preserva en ella (la mónada) la *fuerza* que causa el movimiento, cambio y auto transformación¹⁴.

Es conveniente retomar el comentario realizado previamente respecto a la *conservación* o *preservación* del movimiento (por parte de Dios, en el caso de la física de Descartes¹⁵), pues en esencia es el mismo problema ya que en ambos casos lo difícil es de qué manera explicar que hay algo “inherente” ya sea en la materia, ya sea en la mónada, que es causa de sí mismo y que a final de cuentas, es *impreso* por Dios; si bien existen dos posibilidades: a) que ese “algo” sea sobrenatural de tal modo que conserva una parte del mismo Dios, o b) que es Dios mismo el que se está conservando a través de sus partes o entes; sin embargo cualquier posibilidad rebasa mi comprensión del modo en que Dios conserva cualquier característica en su creación, y creo que a final de cuentas, también rebasa las propuestas teóricas de los filósofos vistos, puesto que recurren a Él, para terminar el asunto.

En el caso de la *fuerza* Leibniz trata de esquematizar el funcionamiento de la potencia de actuar o *fuerza activa*:

De este modo [la *fuerza activa*] se ve llevada por sí misma a actuar y para esto no requiere ayuda sino la supresión de los obstáculos. Esto puede ilustrarse con los ejemplos de un peso colgado que mantiene tensa la cuerda que lo sostiene, o de un arco tendido. Pero aunque la gravedad de la fuerza elástica pueden y

¹⁴ En este punto se toca ya la tercera clasificación de la *fuerza*, pero al respecto puede citarse lo siguiente:

hay que matizar diferencias entre, por ejemplo, la conservación de las sustancias por Dios, que siempre las conserva igual, y la de la fuerza por la mónada, con sus cambios accidentales. La conservación de la fuerza a lo largo de un tiempo sólo puede ser entendida como una creación continuada de esa fuerza que es creada *ex nihilo* en composición con un estado del universo desapareciendo en función de su imposibilidad con el estado siguiente en una creación continuada (en *La ley de continuidad en G.W. Leibniz*, p.181).

¹⁵ Ver *supra*. III.1.3 Sobre la segunda ley del movimiento.

deben explicarse mecánicamente por el movimiento del éter, sin embargo la razón última del movimiento en la materia es la fuerza que le ha sido impresa en la creación. Esta fuerza es inherente a todo cuerpo pero por el choque mismo de los cuerpos se ve diversamente limitada y estorbada en la naturaleza. Y digo que esta potencia de actuar es inherente a toda sustancia y que de ella nace alguna acción; de modo tal que la propia sustancia corpórea (lo mismo que la sustancia espiritual) jamás cesa de actuar [...]. También surgirá de nuestras meditaciones, que la sustancia creada recibe de otra sustancia creada no la propia fuerza de actuar sino solo los límites y la delimitación de su impulso, o sea la potencia de actuar ya preexistente¹⁶.

Leibniz intenta consolidar en el plano fenoménico el estatuto de la *fuerza* como el centro de la comprensión del mundo, aunque todavía no es clara la naturaleza de la sustancia espiritual, ni su conexión con el mundo, aunque sólo establece que nunca cesa de actuar.

e) *Nuevo sistema de la naturaleza y de la comunicación de las sustancias así como de la unión que hay entre el alma y el cuerpo* de 1695.

De manera casi simultánea al *Bosquejo* Leibniz compone el *Nuevo Sistema*¹⁷ en donde explica de nueva cuenta el proceso mediante el cual llegó a la consideración de que lo único ontológicamente real es la mónada y la fuerza ínsita en ella, ya que la materia como mera extensión no explica los fenómenos de la inercia y, en general, los principios y leyes de la

¹⁶ GPS IV 470/ *Olaso* 457-58.

¹⁷ GPS IV 477-486/*Olaso* 459-471

mecánica, por lo que “era preciso además emplear la noción de fuerza que es muy inteligible aunque pertenezca al dominio de la metafísica”¹⁸. Repite la idea de que la verdadera unidad no proviene de la materia, lo múltiple, diverso, difuso, etc., pero todo esto sostenido en una idea que no hemos tocado desde Descartes y que Leibniz sostiene de forma implícita: la materia es, por naturaleza, infinitamente divisible¹⁹.

Ahora bien, como la realidad de la multitud no puede provenir sino de verdaderas unidades que no procedan de la multitud y son completamente diferentes de los puntos –que como es sabido componen el continuo- entonces para encontrar estas unidades reales me vi forzado a recurrir a un átomo formal.[...] Encontré así que su naturaleza consiste en la fuerza y que de aquí se sigue algo análogo al sentir²⁰ y al apetito y que había que conseguirlas, pues, a semejanza de la noción que poseemos de las almas.[...] Aristóteles las llama *entelequias primeras*. Yo las llamo, acaso más inteligiblemente, fuerzas primitivas que no atienden sólo el acto o complemento de la posibilidad, sino incluso una *actividad original*²¹.

Esta cita posee valor como mero “proceso” de descubrimiento de las nociones más importantes de su metafísica, las cuales poco a poco va redefiniendo a lo largo de su vida, pero en esencia son casi las mismas.

¹⁸ *GPS IV 478/Olaso 460.*

¹⁹ *PF II §20 , Capítulo III.1.1 supra.*

²⁰ También llamado percepción

²¹ *GPS IV 479/Olaso 461*

V.2 El *Bosquejo dinámico* 1695

El afán conciliatorio de Leibniz lo condujo a “retomar” lo mejor de los antiguos en relación con los modernos para llevar a cabo la explicación racional de los aspectos físico-matemáticos de las colisiones, movimiento y caída de cuerpos. De hecho él mismo se considera el hombre mejor dispuesto para hacer justicia a los modernos.²²

El *Bosquejo dinámico*²³ es un intento por revalidar las formas sustanciales aristotélico-escolásticas²⁴ y por introducirlas en la materia, en los cuerpos y en los organismos en general, utilizando para ello las distintas formas en que la *fuerza* se hace presente o inteligible.

La interpretación que ofrezco a continuación²⁵ intenta los diferentes tipos o manifestaciones de las fuerzas y sus principales características así como sus mutuas relaciones, además de trazar un camino para la comprensión de la última clasificación no olvidando que el texto es de 1694 y que hubo modificaciones posteriores.

Leibniz divide las fuerzas en dos (de manera general): fuerza pasiva (como la *materia* aristotélica con sus diferentes modos) y fuerza activa (como la *forma* y sus modalidades) y después las subdivide sucesivamente en más:

I Fuerza Activa

²² En *Nuevo sistema de la naturaleza...* **GPS IV** 477-87/**Loemker** 456. Aunque es difícil saber si era disposición de ánimo o de entendimiento

²³ **GPS VI** 234-54/**Loemker** 435-452/**ED** 55-98.

²⁴ **GPS VI** 236 ss/**ED** 58-59.

²⁵ Para ver el *diagrama general de fuerzas* remitirse al final de este capítulo (Apéndice), en el cual se encuentra el esquema del bosquejo, así como varios otros referentes a textos diferentes y a interpretaciones distintas.

I.1 Primitiva ²⁶

- a) Su principal cualidad es *estar* presente en toda sustancia corpórea, ya que la sustancia rechaza el reposo.
- b) Se denomina alma o forma sustancial, concepto heredado y retomado de Aristóteles y que, según Leibniz, sólo atañe a causas generales. También es llamada primera *entelequia* (*entelécheia he prote*).

I.2 Derivada ²⁷

- a) Se entiende como la “limitación de la primitiva resultante de los choques entre sí”, lo cual no es muy claro, ni tampoco Leibniz lo hace explícito, ya que existen varias interpretaciones de lo que la *fuerza activa derivada* significa²⁸.

II Fuerza Pasiva ²⁹

II.1 Primitiva

- a) Para Leibniz, es la fuerza de soportar o resistir, también llamada materia prima.
- b) Posee la característica de la impenetrabilidad, que ya le atribuía de joven.
- c) Su cualidad es la inercia o repugnancia al movimiento.

II.2 Derivada

- a) Es con la que los cuerpos actúan entre sí.
- b) Es la fuerza que está unida al movimiento (velocidad).
- c) Es el *conatus* el que aparece en este grado analítico de las fuerzas como una *magnitud física* definida, en este caso, como la velocidad del móvil **con** una dirección, lo que le da un carácter vectorial (en notación moderna).
- d) También aparece el *impetus* como magnitud física definida, en este caso, como el producto del cuerpo (o propiamente hablando, el peso) por la velocidad, o sea $mv=impetus$, que es la magnitud que le atribuye a Descartes como cantidad de movimiento, vista con anterioridad y es

²⁶ GPS VI 235/Loemker 436.

²⁷ GPS VI 236/Loemker 436-7.

²⁸ Ver apéndice.

²⁹ GPS VI 234-38/Loemker 436-440.

además el heredero directo de los estudios sobre el *impetus* de los científicos-filósofos anteriores.

e) Se entiende de igual manera como el cambio ya realizado o por realizar, en tanto es un incremento o elemento de cambio.

f) Este *impetus* es *nisum* (esfuerzo) de dos tipos:

f.1) Como *fuerza muerta* o *solicitud* de movimiento, una fuerza que incita a los cuerpos a cambiar su estado de movimiento, como por ejemplo, la fuerza centrípeta o de gravedad y la fuerza centrífuga.

f.2) Como *fuerza viva* o *suma* de infinitas impresiones o elementos de cambio o esfuerzos elementales, a la cual dedicó bastante “*nisum*”, y que también se subdivide en dos:

f.2.1) Fuerza viva parcial, que para entenderla se subdivide en:

f.2.1.1) *Respectiva* o *propia*, es decir, la relación que puede haber o que hay de un cuerpo (o un sistema de cuerpos considerados como un todo) fuera de sí,

y

f.2.1.2) *Directiva* o *común*, significa que el “cuerpo” considerado como un *sistema* de partículas o cuerpos muy pequeños, posee (dentro de sí mismo) fuerzas que se oponen, movimientos en todas direcciones pero cuya dirección resultante o final (de la suma de movimientos internos) *tiene* una misma dirección.

f.2.2) Fuerza viva total, que se entiende como la suma de la *respectiva* o *propia* y la *directiva* o *común*.

Tal vez para ejemplificarlo sirva el caso de un globo, en cuyo interior existen moléculas de aire, hidrógeno u otro gas, que chocan entre sí, sin embargo, el globo en su conjunto (considerado como un todo) asciende (supongamos, verticalmente) lo que equivale a la

fuerza directiva (f.2.1.2), además de que puede interactuar con otros globos (o colisionar), es decir, manifestar la *fuerza respectiva* o propia (f.2.1.1)³⁰

***f) De la Naturaleza en sí misma, o sea de la fuerza inherente y de las acciones de las criaturas en confirmación e ilustración de su dinámica* (1698)**

Leibniz escribe en las *Acta Eruditorum (Cartas de los sabios)*³¹ en 1698 a propósito de una carta que recibe mencionando *sus* tesis sobre la física y la mecánica. Procura explicar de una manera dialogada las tesis que contraponen a las de varios físicos de la época. El libro *Física escogida (Physica Electiva)* de Juan Cristóbal Sturm, expone criterios sobre la naturaleza y su visión mecanicista, la cual Leibniz considera se reduce a dos cuestiones básicas:

- a) en qué consiste la naturaleza que se atribuye a las cosas, y
- b) ver si existe en las cosas una cierta *energeia* (*fuerza*).

Las posturas que Leibniz rechaza (expuestas en la *Física escogida*) se atribuyen a varios personajes importantes de la ciencia de su tiempo. Uno de ellos, Robert Boyle, sostiene que “la naturaleza no es más que el mecanismo de los cuerpos”³², definición que Leibniz considera insuficiente porque es necesario, según él, distinguir entre el mecanismo mismo de los seres y el origen de ese mecanismo, es decir, entre lo derivado y lo “principado” o

³⁰ Para observar una correspondencia de términos remitirse al Apéndice B al final del capítulo.

³¹ En *GPS IV 504-516/Andreu I 143-44*.

³² *GPS IV 505/Andreu I 145*.

fundamental, porque sostiene que “el origen del mecanismo en sí no fluye de un principio meramente material y de razones matemáticas, sino de una fuente mas elevada, por así decir, metafísica”³³.

Glosando los argumentos de Leibniz, plantea la cuestión de conocer si en las cosas existe una naturaleza³⁴ que haga a éstas “obrar y padecer” y, si esta *fuera* de obrar y padecer les fue otorgada desde el principio de la creación, o si más bien en cada cosa existe algo así como una “eficacia, forma o *fuera*” inserta en ellas por el creador; o tal vez existe en las cosas una intervención “frecuente” por el creador para provocar o ajustar los cambios en la naturaleza. La última posibilidad la adjudica a Malebranche quien, según Leibniz, está equivocado porque esto equivaldría a que el creador puede no ser tan eficiente, así que sostendrá la postura de que en las cosas existe una “*fuera infusa*” y esta *fuera* “realiza algo”, “actúa” y, si actúa, debe ser una *sustancia singular* que tiene en sí misma el “principio del movimiento y del cambio”³⁵; si es una *sustancia singular* actúa ininterrumpidamente, sin exceptuar el cuerpo mismo, en el que jamás se encuentra reposo absoluto.

Un problema fundamental de la *fuera* es su relación con la materia. Leibniz plantea el caso de la *inercia natural* de la materia³⁶ y la distingue entre “indiferente” y “resistente”. En el caso de dos cuerpos en colisión, el concepto de *inercia* contiene en sí, para Leibniz, la clave de las entelegías o *formas sustanciales*. Si suponemos que el cuerpo A choca con B y lo

³³ Razones expuestas en los trabajos previos.

³⁴ Por *Naturaleza* va a aceptar la definición aristotélica del “principio del movimiento y del reposo”, es decir, la causa del “movimiento” en sentido general (ver capítulo I.3).

³⁵ Como es ya familiar en la propuesta aristotélica (*Física* II, 1 192 b)

³⁶ Ver inciso b e inciso c de éste capítulo.

arrastra, el cuerpo B en un principio se resiste y, después de iniciado su movimiento, persevera en el mismo, lo que significa que el cuerpo B (o más bien, la materia) no es *indiferente* a la acción de un cuerpo, puesto que si lo fuera no se resistiría y, posteriormente, no preservaría el movimiento, cuestión que para Leibniz es fundamental en el sentido de que la materia no es sólo extensión, ni tampoco es sólo pasiva sino un compuesto. De este análisis atribuye una *entelequia primera* o “fuerza motriz primitiva” que añadida a la extensión (o sea lo meramente geométrico) y a la *masa* (o sea lo meramente material) actúa siempre.

En Leibniz, la *forma sustancial* (o *entelequia*) equivale a la *forma [fuerza] motriz primitiva* y la *massa* o *materia prima* equivale a la *fuerza pasiva de resistencia* (incluyendo la *antitipia* como característica de ella), lo que nos lleva a considerar, en este esquema leibniziano, que la *masa es una especie de fuerza*.

En el caso de un cuerpo inanimado, la forma sustancial “conserva” el movimiento, en el caso de otros seres es principio de acción.

Ahora bien, existen dos clases de materia:

- a) *Materia prima*: lo “meramente pasivo”, pero no es completa, en el sentido de carecer de *forma sustancial*, *entelequia* o alma, por lo que hay que añadir *impulso* (*nisum*) o *fuerza primitiva* de actuar.
- b) *Materia segunda*: sustancia completa pero no meramente pasiva.

Como dato significativo de sus múltiples definiciones conceptuales, en este texto llama *materia* a lo que en otros lugares llamara *fuerzas*, sean *fuerzas primitivas de padecer* u otras. Lo interesante (e inevitable) es que propone “almas en todas partes”³⁷ o la presencia de algo vital o lo inmanentemente activo en la parte más exigua de la materia, esto es, *mónadas*³⁸ y, más aún,

que no se den almas separadas pues, siendo entelequias primitivas o meramente activas, necesitan de un principio pasivo que las complete³⁹

La sabiduría exige del creador, según Leibniz, que se añada una alma o forma sustancial a esta materia, por lo que nada impide que haya almas en todas partes o la “presencia de algo vital o inmanentemente activo en la parte más exigua de la materia”.

g) *Pro. Dno. Sturmio* 1698 (continuación *De la naturaleza en sí misma...*)

Este texto continúa hablando acerca de la carta y exposición de J. C. Sturm sobre las tesis físicas, mecánicas y dinámicas. Los argumentos a favor de que la materia consista en fuerzas ínsitas, activas, pasivas, etc., serán sólo enumerados, pues la mayoría ya han sido expuestos:

- a. La materia como lo extenso no es mas que un agregado de sustancias, algo similar a un rebaño,

³⁷ *GPS* IV 512/*Andreu I*, 153-54.

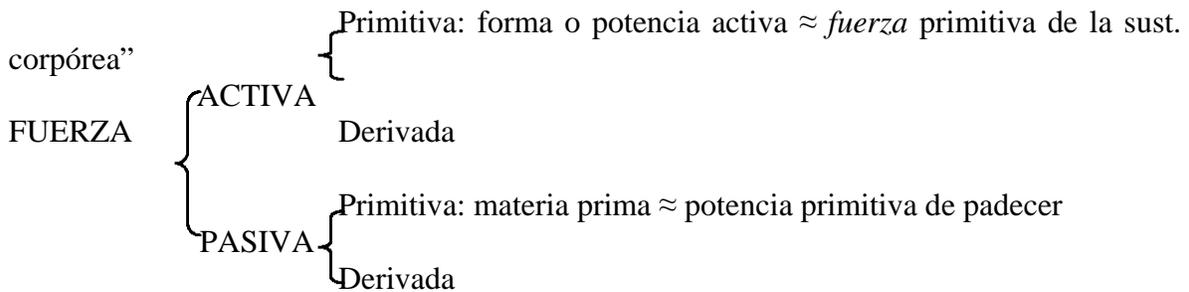
³⁸ *Id.*

³⁹ *Andreu I* 181.

- b. La *fuera* primitiva de la sustancia corpórea y la forma (alma, entelequia, etc.) son uno y lo mismo⁴⁰.
- c. La materia (prima), no es otra cosa que la potencia primitiva de padecer⁴¹.
- d. La materia es potencia pasiva (de la que se deriva la resistencia) y la forma es potencia activa, ambas primitivas.

En el *Bosquejo dinámico* la fuerza primitiva es equivalente a la forma, alma o entelequia y la materia prima equivale a la *fuera* pasiva primitiva, es decir, la potencia primitiva de soportar. Esto es, utiliza diferentes nombres para los mismos aspectos; pero como es una “ciencia” en construcción, no encuentra los términos más adecuados para los diversos elementos que intervienen en ella.

Tratando de hacerlo equivalente al lenguaje usado en el *Bosquejo dinámico* queda:



En este mismo texto realiza algunas “consideraciones” sobre esta fuerza:

- a) Las almas son los principios vitales y de verdadera unidad de las “máquinas naturales” o “cuerpos orgánicos”⁴². Para Leibniz existe una diferencia radical entre máquinas naturales

⁴⁰En *GPS* IV 514/*Andreu I* 161.

⁴¹*Ibid.*

y máquinas creadas por el hombre o artificiales, la cual consiste en que una natural, si se descompone en cada una de sus partes, éstas serán también “máquinas”; lo que no sucede con las máquinas artificiales, las cuales si se descomponen y sus piezas se agrandan hasta el tamaño de un molino, nunca llegarán a ser máquinas a su vez, sino sólo piezas sin *unidad*.

b) La actividad propia de esta “sustancia singular” no se identifica con lo pasivo sino que lo supera o “trasciende”.

c) La *fuerza* de toda criatura de poder actuar, le viene dada en todo tiempo y lugar, lo que implica que es inherente a ella.

d) Y también “es necesario que toda sustancia singular actúe continuamente [...] porque es tan poco posible un cuerpo inerte (*torpens*) como un lugar vacío, un cuerpo sin vida y movimiento como un espacio sin materia, o el vacío de formas como el vacío de cuerpos”.⁴³

e) En el caso de un cuerpo inanimado, esta capacidad y acción se manifiesta en la **inercia**.

f) La fuerza no es algo imaginable, sino inteligible. Se da razón de ella, pero no se la puede explicar al modo geométrico, es el entendimiento el que la explica cuando recurre a las matemáticas en combinación con la metafísica.

El problema radica en comprender cómo es que la sustancia singular actúa de una manera completamente interna o inherente (inciso c), cómo es que no necesita de la actividad o influencia externa de ningún ente para poder actuar. Leibniz utiliza una analogía bastante interesante con la idea de mente o “yo”, ya que la mente o “eso que llamamos YO” se entiende y explica como libre, activa, espontánea, es decir, posee de manera inmanente la

⁴² *Andreu I* 168

⁴³ *Andreu I* 176

fuerza de producir *acciones inmanentes*⁴⁴ (que sería mas acorde a la perfección del Creador) y además que esta misma fuerza se halle en otras sustancias, almas o formas sustanciales, de donde se sigue que las sustancias obran por una determinación interna, pero también por un “*conatus interno*”⁴⁵.

h) *Examen de la física de Descartes* 1702

El texto⁴⁶ presenta varias características:

- 1) Es una exposición sistemática de los conceptos principales de la dinámica leibniana,
- 2) Es una crítica y una oportunidad para situar el problema mecánico, conceptual y matemático de la conservación de la cantidad de movimiento cartesiana, expuesto principalmente en la segunda parte de los *Principios de la filosofía*;
- 3) Es un encuentro de “diferencias” entre Leibniz y Descartes, y
- 4) Es una manifestación de la necesidad⁴⁷ (sobre todo para Leibniz) de postular principios metafísicos de la mecánica.

⁴⁴ En *Andreu* II 151. Aspecto que se opone a la hipótesis de *creación continuada* sugerida en el inciso c de este capítulo, en todo caso de nuevo caemos en la cuenta del aspecto tratado anteriormente: de la *conservación y preservación* de algo, ya sea por la intervención directa de Dios o por la “impresión” o secuela dejada en su creación.

⁴⁵ En esta noción de *conatus interno* se establece la conexión con la siguiente clasificación de la fuerza, puesto que en un nivel ontológico, toda alma, mónada, forma sustancial, etc., como **existente**, contiene de suyo por el simple hecho de existir, un impulso que le viene desde la creación.

⁴⁶ Título que Leibniz no le puso, por lo que es sobreañadido de E. de Olaso (en *GPS* IV, 393-400/*Olaso* 434-443).

⁴⁷ Para remarcar la necesidad leibniana de la fundamentación de la mecánica a través de la metafísica se puede ver la argumentación del ensayo llamado *De la originación radical de las cosas* (siguiente capítulo inciso C).

En el primer inciso, Leibniz procede a dividir y subdividir los tipos de *fuera*, que en esencia queda como sigue:

Existen dos tipos de *fuera*: *pasiva* y *activa*. La *fuera pasiva* la constituye propiamente la masa de un cuerpo con dos naturalezas o formas en que se expresa que son “*antitipia*” e “*inercia*”. La *fuera activa* se identifica con el alma o entelequia y forma sustancial la cual da origen a una “*tendencia*” o “*conatus*”. A su vez se divide en *fuera activa primitiva*, que vendría siendo la que complementa a la masa para convertirla en *sustancia corpórea*, y *fuera activa derivada* la cual es causa de una tendencia a un movimiento determinado, es decir, *impetus* o *conatus* como una “*fuera que tiende al futuro*”⁴⁸. El “*conatus*” multiplicado por el tiempo equivale a la acción, o *impetus*. La “*fuera derivada difiere de la acción tanto como lo instantáneo difiere de lo sucesivo; pues la fuera se ejerce ya desde el primer instante, mientras la acción necesita del transcurso del tiempo y, por lo tanto, es el producto de las fueras por el tiempo*”⁴⁹.

Ahora bien, cuando la “*fuera primitiva* (masa) es golpeada o sufre una colisión, se transforma en *derivada* en tanto el ejercicio de la fuerza primitiva se vierte hacia adentro o hacia afuera [...] sin duda esta fuerza interna se vierte hacia afuera cuando cumple función de fuerza elástica, a saber, cuando el movimiento interior se ve trabado en su curso normal, de donde se sigue que todo cuerpo es esencialmente elástico”.⁵⁰

⁴⁸En *Olaso* 443.

⁴⁹*Op. Cit.* Argumento que tiene repercusión hobessiana.

⁵⁰En *Olaso* 439.

En el tratamiento del choque y en la transformación de la fuerza primitiva en derivada, Leibniz considera que Descartes confundió una y otra, ya que creyó que la fuerza estaba en razón directa de las masas y las velocidades” (como en el ejemplo de cuerpos en equilibrio o *fuerza muerta* y que representa una parte *infinitesimal* de la fuerza viva) y que debía conservarse la suma de dichas fuerzas, lo cual considera erróneo, porque sostiene que las fuerzas están en relación directa de las masas simples y del cuadrado de las velocidades⁵¹.

Sin embargo, el texto también tiene una preocupación metafísica (último inciso), porque a lo largo de su vida, sostendrá la necesidad de explicar las leyes de la mecánica cuyo fundamento no puede provenir de la mecánica ni de la matemática,

sino que deben ser deducidas de una fuente metafísica, a saber, de la igualdad de la causa y el efecto, lo mismo que otras leyes de este tipo que son esenciales a las entelequias⁵².

j) ***Materia, antitipia y extensión*** 1710.

Pequeño texto que aborda conceptos ya utilizados y definidos por él en múltiples lugares. En este caso, intenta reconstruir la noción de materia como un compuesto de antitipia (o atributo por el cual la materia está en el espacio) y extensión (como la difusión continua por un lugar) ambas siendo pasivas, para lo cual agrega el “principio mismo del movimiento” el cual explica más cosas en los seres, como por ejemplo la percepción entendida como un

⁵¹ En *Olaso* 439.

⁵² *Olaso* 440.

principio activo (o una acción interna) y el movimiento (como una acción externa)⁵³. A dicho principio

lo llamamos sustancial, y también fuerza primitiva (...) o con una sola palabra alma. Este [[principio]] activo, unido con el pasivo, constituye la sustancia completa. Y es claro que ese principio no es extenso, pues de otro modo incluiría la materia, contra lo supuesto, pues ya demostramos que se trata de algo añadido a la nuda materia. Luego, el alma será algo sustancial simple, sin partes puestas unas junto a otras, de donde se sigue finalmente que es naturalmente imposible la destrucción de la entelequia primitiva porque toda destrucción natural consiste en la disolución de sus partes⁵⁴.

Una vez más Leibniz propone que es necesaria la unidad de fuerza o mónada para explicar aquello que rebasa la noción de cuerpo (orgánico e inorgánico) y que debe ser diferente de la materia, concebida ésta (inclusive) como sólo impenetrabilidad y extensión.

Leibniz propone más características de esta entelequia primitiva o forma sustancial, ya que además de ser causa o “acción motriz” del movimiento y del cambio, le atribuye percepción, “de suerte que se las pueda tomar por almas cuando están unidas a cuerpos orgánicos”⁵⁵.

Para Leibniz, al igual que para Aristóteles, es posible que los “brutos” estén dotados de percepción mientras no se demuestre lo contrario. Afirma que toda entelequia primitiva

⁵³ *Andreu* I 180

⁵⁴ *Ibíd.* 180-181

⁵⁵ *Ibíd.*, 180.

debe tener percepción pues toda entelequia primera tiene variación interna, según la cual varían las acciones externas, y la percepción no es otra cosa que la misma representación de la variación externa en la interna. Ahora bien, como en todas partes existen “principios del movimiento” dispersos en la materia (como ha considerado que es necesario un principio activo), se sigue que en todas partes hay almas y más aún, percibiendo (inclusive) confusamente.

Se puede observar que Leibniz ha establecido casi totalmente su sistema monádico (la *Monadología* es de 1714) como una herramienta necesaria que explica lo que la noción de materia (como extensión y antitipia) no podía. Sin embargo todavía no están todas las características de estas mónadas.

V.3 Resumen

Resumiendo los aspectos más importantes de esta segunda clasificación de la fuerza, se puede resaltar lo siguiente:

1.- En esta transición y búsqueda de un “principio del movimiento” Leibniz aborda simultáneamente varios aspectos de la mecánica y la cinemática proponiendo una ciencia de la dinámica que, debido a los resultados insatisfactorios de la mecánica cartesiana, procura cimentar la mecánica a partir de la noción de *fuerza*.

2.- Este concepto de *fuerza* abarca desde el aspecto de la inercia en los cuerpos, hasta el del alma o fuerza primitiva, la cual es el “principio” buscado por Leibniz, aunque ello no explique toda la diversidad de fenómenos, para lo cual se necesitan las fuerzas derivadas.

La progresiva transformación del concepto de materia en una especie de “fuerza pasiva de

padecer” anula su significado como mera extensión e indiferencia. Así, la materia es en esencia *fuerza*.

3.- Desde el punto de vista ontológico, la búsqueda de este principio es también la búsqueda de la unidad en la pluralidad, de lo que organiza, vivifica y anima, el elemento activo no material que posee (desde la creación) un *conatus*, *impetus*, tendencia o esfuerzo (*nisus*) a la transformación (fenoménica) y tal vez, la auto transformación en el sentido de “buscar” o “realizar” una percepción *distinta* de sí misma y del Universo entero.

4.- Al ir construyendo su sistema monadológico, Leibniz no deja de lado el aspecto que nos conecta con la siguiente clasificación de la fuerza en el plano lógico-ontológico, la cual procura abordar el problema de por qué el mundo (con sus mónadas) es así y no de otra forma, o por qué la “mecánica divina” decidió crear entes (almas, formas, etc.) en determinada forma y no otra, además de procurar extender el concepto central de *fuerza* al nivel ontológico.

VI. Ontología leibniana

Fuerza lógico-ontológica

El universo consiste en la desaparición continuada del conjunto de todas las posibilidades salvo una

David Cottingham¹

En este capítulo trataremos de llegar a la noción de *fuerza* en el plano lógico-ontológico a través de los conceptos de *posibles* y de *conatus*. Como se comentó en la introducción general, el presente capítulo necesita abordar aspectos que en los anteriores no fue necesario considerar por lo que repaso los aspectos más importantes de la metafísica que son necesarios para abordar el último nivel del concepto de *fuerza*.

Considero que no es sencillo tener un punto de referencia para iniciar con la exposición, por lo que me parece adecuado iniciar con una cita leibniana que me permite guiar la argumentación. Sostiene Leibniz que:

Él [Dios] puede de infinitas maneras crear las cosas y una serie de cosas que proceda de este o de aquel modo, según elija otras leyes de la serie u otros decretos primitivos suyos² [...] Dios elige entre los infinitos individuos posibles aquellos que estima más adecuados para los fines supremos y secretos de su sabiduría.³

Consideremos esta cita en cuatro aspectos

- 1) Que Dios existe (después tocaremos brevemente este punto).

¹ En John D. Barrow, *La trama oculta del universo. Contar pensar y existir*, p. 288.

² [Verdades necesarias y contingentes] C 23/*Olaso* 336-7

³ [Verdades primeras] en C 520/*Olaso* 342

- 2) Dios ha elegido un mundo (*universo*) y no otro, o en otras palabras, ha elegido esta serie de cosas o individuos del universo.⁴
- 3) Ha elegido la serie de los individuos en este universo por una razón.
- 4) Esa razón es buena, ya que “Dios quiere lo mas perfecto, y quiere la voluntad de querer [...] pues Dios no decidió tan sólo hacer lo más perfecto, sino que también decidió decidirlo así.”⁵

Omitamos (por el momento) el inciso 1). Para Leibniz es Dios quien elige entre una gama infinita de universos posibles, uno que satisface su propósito; esto nos indica dos cosas: a) que el *universo* tiene un propósito y, b) que este propósito es “extrauniversal” (o extramundano), es decir, posee una causa que no se encuentra en el *universo* mismo.⁶ Ahora bien, podemos preguntar junto con Leibniz ¿qué es el *universo*? Tal vez, aproximándonos a la época y a la visión dinámica leibniziana, observamos una cantidad infinita de entes que, según vimos en el capítulo precedente, están en movimiento y poseen vida; además, estos seres están gobernados por leyes tanto físicas como no físicas que regulan su comportamiento, según una finalidad o propósito; estas leyes que regulan el *universo*, también Dios las ha elegido en función del propósito, esto es, si el objetivo de Dios fuese diferente para las criaturas, las leyes (supongamos las leyes de la física, química y biología) podrían ser distintas⁷; ¿en qué grado?, pues en infinitos grados, según sea el propósito, puesto que lo ha podido crear de infinitos modos.⁸

⁴ Leibniz, G.W., *Escritos en torno a la libertad, el azar y el destino*, p. 98.

⁵ *Id.* p. 196.

⁶ *Sobre la originación radical de las cosas*, en *Loemker* p. 486

⁷ Lo que nos recuerda la condena de Galileo, quien sostenía que para Dios es imposible hacer otras leyes de la naturaleza, y que Leibniz trato de defender proponiendo diferentes tipos de necesidad, las cuales se verán más adelante.

⁸ Recientemente un cosmólogo británico (Max Tegmark) ha sugerido agrupar familias de universos posibles, en los cuales varían (por ejemplo) las constantes de las 4 fuerzas fundamentales de la naturaleza

Así, este *universo* existente *es tal* (según Leibniz) debido a un decreto (*fiat*) que Dios realiza, incluyendo las leyes internas que lo regulen (primitivas o fundamentales y derivadas o subalternas) y este decreto “reclama” la existencia de los seres que mejor se acomoden a su propósito. Dentro de los *universos posibles* no actualizados, Leibniz supone la “existencia” (en el reino de los posibles o mente de Dios) de todos los seres de cada *universo posible* y éstos acordes a las leyes (también posibles) de su *universo*, que cumplen de manera diferente el propósito que Dios tiene. Pero esto nos lleva a la pregunta de ¿qué es posible y qué no?, pregunta que contiene dentro de sí la distinción leibniziana de los tipos de verdad: verdades de razón y verdades de hecho; para él, la verdad es la conexión entre los términos (antecedente y consecuente) de una proposición, “pues que en verdad no puede encontrarse nada que, a manera de mediero, conecte una cosa consigo misma”⁹.

VI.1 Verdades de razón.

Para Leibniz existen proposiciones o enunciados que pueden ser descompuestos en una sucesión *finita* de proposiciones idénticas: “Verdades primeras son aquellas que enuncian lo mismo de sí mismo o niegan el contrario de su propio contrario. Tales como A es A, o A no es no-A”¹⁰. También menciona (estas verdades de razón) como proposiciones *absolutamente necesarias*¹¹ que se resuelven en proposiciones idénticas cuyo opuesto

(electromagnética, gravitacional, nuclear fuerte y débil), cf. *Scientific American*, “Parallel Universes”, mayo 2003.

⁹ En *GPS* IV 299-301/*Andreu* II 126.

¹⁰ *C* 518-523/*Olaso* 339-345.

¹¹ [*Verdades necesarias y contingentes*] *C* 16-17/*Olaso* 328.

implica contradicción y la llama necesidad *metafísica o geométrica*.¹² En este caso, entiende una proposición como un compuesto u oración que posee sujeto y predicado o en términos generales, antecedente y consecuente, lo que significa que el sujeto o antecedente se *descompone* en el predicado o consecuente, esto es “que el predicado está contenido en el sujeto, o más generalmente, cuyo consecuente está contenido en el antecedente”¹³.

La característica fundamental de este tipo de verdad consiste en la *completa resolución* de sus partes: a la manera de los números racionales que pueden ser descompuestos en fracciones de sí mismos. Por tanto, una verdad de razón implica en su opuesto lo contradictorio o *imposible*, por ejemplo, un círculo cuadrado, un cuatro impar, etc.

VI.2 Verdades de hecho.

Son llamadas así aquellas proposiciones, oraciones o enunciados que carecen de esa *necesidad metafísica*, esto es, cuyo opuesto no es contradictorio o no implica contradicción, por lo que son llamadas contingentes y cuya *necesidad es hipotética o física*, y que además no se *resuelven* (por ser un proceso infinito) en las proposiciones idénticas. Tal es el caso de todas las proposiciones o verdades que hablan sobre objetos existentes¹⁴.

¹² No hay que olvidar que en la época del siglo XVII y XVIII la única geometría conocida como verdadera era la de Euclides y fue hasta los trabajos de Carl F. Gauss, Janos Bolyai, Nicolai Lobachevsky y Bernhard Riemann que se desarrollaron las geometrías basadas en variar el quinto postulado euclídeo de las paralelas, cuyos resultados fueron aprovechados, inclusive, por la Teoría de la Relatividad del célebre físico alemán Albert Einstein.

¹³ [De la naturaleza de la verdad] C 401-402/ *Olaso* 346-7.

¹⁴ “Unas son las proposiciones que conciernen a las esencias de las cosas y otras, empero, las que conciernen a sus existencias; las esenciales son, como es obvio, aquellas que pueden demostrarse por análisis de sus términos [...] De estas difieren, empero, absolutamente las existenciales o contingentes, cuya verdad es comprendida *a priori* por la sola mente infinita” [Verdades necesarias y contingentes] C 18/*Olaso* 330.

Sin embargo, en estas llamadas verdades contingentes, aunque el predicado o consecuente está incluido en el sujeto o antecedente, la demostración de identidad se vuelve un análisis infinito, inalcanzable para una mente humana.¹⁵ De manera similar a lo que pasa con los números irracionales, los cuales no son susceptibles de ser expresados en fracciones o átomos de identidad finitos, acción que sólo puede realizar Dios, quien ve *a priori* todo el consecuente de cada antecedente o sujeto, o en otros términos el **concepto completo**, sea ésta una sustancia o cualquier otra cosa. Por tanto, para Leibniz, estas verdades contingentes son *necesarias hipotéticamente* y su opuesto será considerado sólo como *posible*.

Ahora bien, en este punto subyacen dos cuestiones que marcan de manera absoluta todo el pensamiento leibniano: los principios. Como se ha observado, “una proposición *absolutamente necesaria* es aquella que puede resolverse en proposiciones idénticas, cuyo opuesto implica contradicción”¹⁶ lo que nos obliga a comprender qué entiende Leibniz por idéntico y qué no y esto se explica cuando expone el **Principio de no contradicción** y el **principio de razón suficiente** (que se tocará más adelante) como los principios de todo razonamiento, expresado en estos términos:

Principio de no contradicción, esto es, “que toda presuposición idéntica es verdadera y su contradictoria es falsa o el principio según el cual juzgamos falso lo que indica contradicción, y verdadero lo que es opuesto o contradictorio a lo falso”.¹⁷

¹⁵ *Id.*, C 17/*Olaso* 329.

¹⁶ [Verdades necesarias y contingentes] C 16/*Olaso* 328.

¹⁷ *Andreu* II 148.

El principio de no-contradicción y las verdades de razón poseen una relación compleja que en este trabajo no se pretende analizar por rebasar los objetivos del mismo.

Pendiente queda el principio de razón suficiente, el cual consideramos estrechamente vinculado a las verdades de hecho. Procuraremos ver de que manera, mientras la **resolución** en proposiciones idénticas de las verdades de razón nos indica un proceso *a priori* finito, en las verdades de hecho es un proceso *a posteriori* a cuyo fin es *humanamente* imposible llegar, puesto que, a semejanza de los números irracionales, en el caso de lo (s) *existente* (s), se posee una cadena causal infinita que no puede ser abarcada, ya que al mismo tiempo tiene una relación con el universo entero¹⁸. Por lo que es imposible para un humano saber la *noción completa de cualquier sustancia*¹⁹. Lo que conduce a Leibniz a la formulación de su *principio de razón suficiente*²⁰, esto es “el principio primario de todo razonamiento es que no hay o no sucede nada acerca de lo cual no pueda dar razón alguien, al menos siendo omnisciente, de por qué es más bien que no es, o de por qué es de esta manera más bien que otra [[o sea]] en pocas palabras *que se puede dar razón de todo*²¹. Hasta aquí entendemos (implícitamente) que en las verdades de hecho, necesitamos a alguien omnisciente que conozca *a priori* todo el análisis. Leibniz lo explica en otros términos argumentando que las proposiciones que conciernen a las esencias, son aquellas “que pueden demostrarse por análisis de sus términos; es decir, las que son necesarias, o sea, virtualmente idénticas”²², caso que no sucede con las de hecho “o

¹⁸ Esta relación se ve reflejada, en el caso de la mónada, en su nivel perceptivo, el cual es *distinto* en su entorno inmediato y *confuso* en cuanto al mediato.

¹⁹ “Pero nunca puede llegarse con análisis alguno a las leyes universalísimas, ni a las razones perfectas de las cosas singulares, pues este conocimiento necesariamente es propio de Dios” C 20/*Olaso* 332

²⁰ Principio según el cual “debe haber una razón de todo” *Monadología* § 32.

²¹ [*Libertad y espontaneidad*] en *Andreu* 102.

²² C 18/*Olaso* 330

proposiciones que conciernen a la existencia de las cosas²³ y que sólo son conocidas *a priori* por Dios.

Así, el *principio de razón suficiente* nos *previene* de que es imposible saber el porqué de la existencia de este universo, por el camino de llevar a cabo el análisis o “descomposición” de todos sus elementos, variaciones y sus leyes, pues aun conociendo el análisis de todos los elementos existentes del mismo, aun habría que compararlo con la serie *infinita* de universos posibles (incluyendo a sus seres posibles), para así determinar cuál fue la causa o razón de por qué existe este universo y no otro;²⁴ pero al mismo tiempo nos indica *otro* camino por el cual podemos saber por qué existe este universo y no otro, el que expongo más adelante.

Ahora bien, en este punto de la exposición surge el problema de saber en qué consiste el concepto de razón en Leibniz. En cierto modo, hablar de verdades **no** es hablar de causas, o en otros términos, dar razón de algo no es equivalente a sugerir que una razón es una causa. Pero Leibniz lo plantea así: “una *causa* no es otra cosa que una *razón real*”²⁵, aspecto que se considera importante pero merece un trabajo aparte²⁶.

²³ *Idem.*

²⁴ “Aunque alguien pudiese conocer toda la serie del universo, ni siquiera entonces podría dar razón de él sin efectuar una comparación del mismo con los otros posibles” C 19/*Olaso* 331

²⁵ [*Resumen de metafísica*] C 533/*Olaso* 501.

²⁶ Como nota de este mismo tema queda pendiente el aspecto del principio de no contradicción como principio lógico, puesto que en el reino de los posibles o mente divina no se dan “imposibles” *precisamente* por ser contradictorios, esto es, se convierte en una ley del ser, o de los entes existentes: “contradicción, esto es, o el principio de imposibilidad, se implica en la identidad y los dos son aspectos opuestos de la misma ley, que Leibniz algunas veces llama la *ley básica del ser*” *Loemker*, introd., 24.

La tendencia o inclinación que nos sugieren los textos leibnicianos, es que la mente (o eso que llamamos yo) se apoya en la razón como instrumento mediante el cual todo suceso, fenómeno u objeto se vuelve inteligible. Los sentidos son una herramienta útil y necesaria porque sin ellos no podríamos desenvolvernos en este mundo fenoménico; sin embargo, la razón parece ser aquella facultad que, en última instancia, supera o trasciende toda limitación sensorial. El caso de la noción de *fuerza*, como resultado del ejercicio de la razón, es el ejemplo que sostiene todo su análisis: mediante la razón, la mente “conoce” de manera inteligible todos los aspectos en que la *fuerza* se expresa inherente a los objetos, pues es mediante el entendimiento y no la imaginación, según Leibniz, que la fuerza es comprendida.

VI.4 *El principio de razón suficiente*

Aquí hay que llegar al punto de hacer más explícito el principio de razón suficiente, el cual nos va a explicar el porqué de este mundo, o de un ente en general, sin que haya que referirse a toda la serie de conexiones causales que guarda con el universo entero. Leibniz trata de expresarlo de diferentes formas:

Es necesario que la razón suficiente o última esté fuera de la sucesión o *series* de este detalle de las contingencias por infinito que pudiera ser [...] y así la razón última de las cosas debe estar en una sustancia necesaria, en la cual el detalle

de los cambios no esté sino eminentemente, como en su origen: y esto es lo que llamamos Dios²⁷.

y más adelante:

siendo esta sustancia una razón suficiente de todo este detalle, el cual está enlazado por todas partes, no hay más que un Dios y este Dios basta²⁸.

De este modo, este principio nos dice que se puede dar razón de todo, o que “*nada hay sin razón o que ningún efecto hay sin causa*”²⁹, pero en el caso del universo como un todo, esta razón debe hallarse fuera de él. El texto titulado *Sobre la originación radical de las cosas*³⁰ analiza cómo debe ser esto. A manera de ejemplo, Leibniz propone la analogía entre el universo entero y el libro los “Elementos de geometría” de Euclides, el cual ha sido copiado (supuestamente) infinitas veces. Si hemos de buscar la razón del libro actual en la copia enésima, sólo nos trasladaríamos a las copias anteriores, lo que no resuelve la cuestión de por qué hubo libros y por qué de esa forma. Leibniz propone que los estados del mundo son como esas copias sucesivas que no dan razón de por qué el mundo *es* más que de por qué *no es*, o de por qué es así y no de otro modo, lo que le lleva a concluir que, inclusive en los primeros estados del mundo, nunca se descubrirá sólo en ellos la razón suficiente de su existencia.

²⁷ *Monadología* §§ 37-38

²⁸ *Monadología* § 39.

²⁹ [Verdades primeras] C 518/ *Olaso* 339

³⁰ *Loemker* 486-491/*Andreu II* 159-164.

Aquí se entrelazan todos los aspectos anteriores para fundamentar la razón suficiente de este mundo-universo, el cual se involucra con la cuestión uno pendiente al comienzo del capítulo: la existencia de Dios. A lo largo de su vida Leibniz procura múltiples pruebas de la existencia de Dios, un ser necesario que es causa y fundamento de todo que se relaciona con la razón suficiente del mundo a partir de la noción de existencia:

- a) Leibniz propone que la razón suficiente del mundo es *extramundana*, lo que le obliga a buscar en otra parte dicha razón;
- b) El mundo es necesario hipotética o físicamente, pero no metafísicamente, por lo que su carácter de necesidad le viene **dado**;
- c) Como la razón de una *cosa existente* no viene sino de otra *cosa existente*, debe necesariamente existir un ser con necesidad metafísica, o un ser *cuya esencia incluya la existencia*, y este ser es Dios.
- d) La inversión de este argumento o su contraparte queda en la proposición siguiente: *si el ser necesario no existe, no hay ser posible alguno*, tomando como serie posible al universo entero o los seres que en él existen, puesto que cada uno de ellos al existir demuestra que era un *posible* en el entendimiento divino, y que no implica contradicción la existencia de cualquier otro; pero si la existencia del ser necesario cesa, todos los mundos posibles también (incluyendo al posible existente).³¹

VI.4 De los *posibles*

³¹ “Así pues, tenemos la razón última de la realidad, tanto de las esencias como de las existencias, en un ser único que necesariamente es por entero más grande, superior y previo al mundo mismo, puesto que por medio de él no sólo cobran realidad las cosas existentes que encierra el mundo sino también las cosas posibles. En efecto, esto únicamente puede buscarse en una sola fuente debido a la conexión de todas estas cosas entre sí. Ahora bien, es claro que las cosas existentes brotan en forma continua de esa fuente y son y han sido producidas por ella aunque no se vea por qué surge de ella tal estado del mundo más que tal otro, el de ayer más que el de hoy.” [Sobre la originación radical de las cosas] *GPS* VII 305/*Olaso* 477.

Quedan varios puntos por matizar en el concepto de posible. Por un lado se ha visto que la posibilidad está relacionada con las verdades de hecho o contingentes, y por el otro con el principio de razón suficiente, en tanto no se encuentra una razón en el mundo de por qué *es* más bien que *no es* y de por qué es de este modo y no de cualquier otro. Sin embargo, todavía falta saber qué podemos entender por posible en sí y no como cosas posibles.

Podemos diferenciar 6 clases de objetos posibles:

- 1) **Proposiciones posibles.** Son proposiciones o enunciados que no son metafísicamente necesarios; como en el caso de las proposiciones que hablan o dicen algo de objetos existentes y cuyo contrario no implica contradicción.
- 2) **Accidentes posibles.** Es decir, adjetivos o predicados que no son necesarios y cuya variación no implica contradicción.
- 3) **Mundos posibles.** Modalidades de universos distintos al existente (en grados infinitos) que no implican contradicción.
- 4) **Leyes fundamentales y derivadas posibles.** Esto es, las leyes que regulan los diferentes universos posibles y predeterminan a los seres que ahí habitan (como posibles).
- 5) **Sustancias singulares posibles.** *Sustancias* que pertenecen a las series de universos posibles, cuya existencia se da sólo en la mente de Dios, siendo su naturaleza poseer una *tendencia* a existir o *exigencia* a actualizarse.

6) **Sustancias singulares libres posibles.** Propiamente, *sustancias (mónadas) acompañadas de inteligencia* que, de acuerdo al universo o serie de universo posible al que pertenecen también *tienden o exigen existir*.³²

En esta clasificación, el vínculo con el concepto de *fuerza* se da en los incisos 3 al 6 (aunque de manera indirecta en el 4). Veamos de que manera.

La *sustancia singular posible* (como una clasificación general o conjunto que incluye las sustancias libres posibles) de cada universo posible, debe según Leibniz *poseer una exigencia*³³, *conatus*, tendencia o *nisum* (esfuerzo) por existir, esto es, un principio interno activo que lo lleve a actualizarse, una fuerza activa (dentro de su esfera de posibilidad) que lo saque de su condición de posible, pues “todo posible exige existir y, por tanto, llegará a existir a menos que lo impida otra cosa que también exija existir y que sea incompatible con la anterior”³⁴. Si no hubiese esta *pugna* por existir, o esta *exigencia* “nada existiría”³⁵.

Ahora bien, según las discrepancias con Spinoza³⁶, este último sostenía que todo posible, si pugna por existir, existirá, o en otros términos “todo posible existe”. Leibniz considera que si existe una razón de por qué determinados posibles existen, también debe haber una razón de por qué los demás posibles no existen. La consecuencia de considerar la tesis spinozista

³² En el caso de los incisos 5 y 6, debe comprenderse esta “tendencia” como un *impulso* interno que guía y funciona como agente activo en la sustancia para llegar a la realización. En este sentido, todas las sustancias “exigen” existir, *pugnan* por realizarse.

³³ Es necesario remarcar la semejanza que existe en este nivel de *fuerza* con el visto en el inciso d, capítulo V, en el texto del *Discurso de metafísica*, donde el acicate para la transformación es el *nisum* o *conatus* que es “tendencia a...”.

³⁴ En [*Todo posible exige existir*] *GPS* VII 192/*Olaso* 151-152.

³⁵ *Idem.*.

³⁶ Relación personal y después epistolar que sostuvieron entre el 18 y el 21 de noviembre de 1676 [*Andreu* II 13], donde trataron temas sobre existencia y posibilidad.

es tal que, si todo posible existe, no hay ninguna razón para que algo exista, e inclusive Dios existiría en tanto es posible su existencia.³⁷

El argumento fuerte no es el aparente absurdo al que se llega (en tanto que no se necesita ninguna razón de la existencia del mundo), sino la tesis leibniziana de *Composibilidad*: de acuerdo a un *Principio de perfección*³⁸ o *Primer principio acerca de las existencias*³⁹ Dios quiere elegir lo más perfecto, y elige la serie en la cual se actualiza o existencializa la máxima cantidad de posibles, o también llamada máxima cantidad de esencia o perfección, puesto que considera que la perfección es solo eso: máxima cantidad de esencia.⁴⁰ Debido a este principio de perfección en la serie –actualmente existente- de composites, no puede haber incompatibilidad de propiedades positivas⁴¹ y más aún que estas propiedades positivas (perfectas) puedan darse en un solo sujeto: Dios.⁴²

Si una serie de posibles posee 5 elementos posibles que no son compatibles con otra serie de 2 elementos posibles, pero que sí lo es con una serie de 3 elementos posibles o con otra serie de un solo elemento posible, la *mecánica divina* existencializa la serie composita con el mayor número de posibles, ya que para Leibniz “no todos los posibles son composites”. ¿Podrán existir series (infinitas) composites con igual grado de perfección? Si esto es así (o al menos es posible) ¿cuál serie es la que se existencializa?

³⁷ *Andreu II* 12-13

³⁸ [*Todo posible exige existir*] *GPS VII* 192/ *Olaso* 151-152

³⁹ Leibniz, G.W., *Escritos en torno a la libertad, el azar y el destino*, p. 196.

⁴⁰ *Loemker* 487

⁴¹ “Llamo perfección a toda cualidad simple que sea positiva y (además) absoluta, es decir que exprese sin ninguna clase de límites lo que expresa. Cualidad ésta que por ser simple, no se pueda descomponer o (sea que) es indefinible” en *Andreu II* 17-19. Para Leibniz todas las perfecciones son compatibles.

⁴² Idea retomada por Kurt Gödel.

De manera indiscriminada he abusado del concepto leibniano de *existencia*, el cual no considero de fácil explicación; sin embargo, en el caso de los seres del mundo físico, podemos tomar la definición dada por Couturat como “la existencia consiste, por definición, en tomar parte en el más perfecto orden de cosas, que es como decir, en el sistema de compositibles que contienen la mayor cantidad de esencia”⁴³

⁴³ Couturat, Louis, “On Leibniz’s metaphysics”, p. 5, en *Leibniz. Critical Assessments*

CONCLUSIONES

El concepto de fuerza en Leibniz me presentó varias dificultades que procuré desglosar en los distintos capítulos, pues no sólo el concepto en sí es complejo, sino que además se nutre de fuentes tan diversas como opuestas. Así, pese a que es más conocida la fórmula leibniziana de *fuerza* como energía cinética (en notación contemporánea $E = \frac{1}{2} m v^2$), no se limita a ella, sino que es sólo un aspecto mínimo de lo que para Leibniz significa una gran *fuerza* unificadora, omnipresente y dinámica.

De esta forma, en el capítulo I propongo la subdivisión que considero más adecuada para rastrear las nociones que se asemejan más a los aspectos de la dinámica leibniziana. Tomé como base historiográfica el atomismo antiguo y las críticas aristotélicas, pues fueron las características de átomo y la concepción dinámica de Aristóteles las herramientas que permitieron a Leibniz desarrollar sus ideas y dirigir sus críticas.

Como parte necesaria de esta reconstrucción, busqué las primeras nociones del concepto de *impetus*, pues jugó un papel significativo en la física temprana leibniziana, de ahí que la investigación tuviera como objetivo paralelo aspectos cercanos a esta noción, como los de materia, movimiento, gravedad, etc., de donde concluyo que el concepto de *impetus* no sólo está en construcción, sino que además es el germen de las nociones de *energía cinética* (en el caso de Filopón) y *energía potencial* (en el caso de Hiparco), las cuales son indispensables en la mecánica.

En el capítulo II, procuré establecer las relaciones de continuidad de los conceptos que, a mi juicio, repercutieron en el pensamiento leibniciano de formas diversas, permitiéndole una nueva perspectiva para abordar los problemas del movimiento. Tal es el caso de la propuesta metodológica de Nicolo Tartaglia para el tratamiento geométrico de las trayectorias de una bala (lo que muestra la creciente tendencia de hacer de la física una geometría); el caso de Kepler, para quien movimientos planetarios están regulados por leyes geométricas (leyes que llevan su nombre) y la aproximación de la noción de *fuera* (que tuvo mayor desarrollo en el Renacimiento) a través de la astronomía; y el importantísimo ejemplo de Galileo y los galileanos, de quienes Leibniz adquiere no sólo sus resultados en cuanto a la caída de los graves (aspecto fundamental para la ley de conservación de la *fuera* leibnicians) sino además el término modificado de *impetus* (que en Galileo es llamado *momento*) visto como el producto de la masa (cuerpo) por la velocidad ($p = m v$).

Así, en el segundo capítulo continúo con el enfoque del primero, pero además, expongo los elementos que Leibniz retoma para sus propuestas concediendo mayor importancia al concepto de *fuera* como *impetus* y al tratamiento geométrico del movimiento. Por tanto, son dos los aspectos: una herencia conceptual y una metodología geométrico-matemática, características sin las cuales **no** se entiende la física moderna.

En el capítulo III expuse las ideas cartesianas y hobbesianas indispensables para entender no únicamente la física leibnicians sino su desarrollo.

Mi exposición de las tesis cartesianas se guió por tres objetivos:

- 1) Encontrar los aspectos fundamentales de su física (e inclusive los más relacionados a la metafísica);
- 2) Establecer de qué forma la posibilidad de encontrar una noción de *fuera* compatible con los pensadores anteriores, **no** tiene cabida en la física cartesiana, lo que creo haber justificado;
- 3) Establecer las relaciones y las diferencias así como las ideas heredadas a Leibniz.

Si bien este trabajo no pretendió profundizar en la física cartesiana, pues habría requerido de mayor amplitud y análisis, procuré enfocarme en los aspectos que son necesarios para la física (y la metafísica) leibniziana. De cualquier forma, mi conclusión con respecto a las tesis cartesianas es que no es factible atribuirle una noción de *fuera* y que es precisamente esta conclusión la que permite a Leibniz proponerla como parte fundamental de su cinemática para después extenderla a la dinámica, teniendo el problema de la conservación de la cantidad de movimiento como uno de los principales estímulos de su visión dinámica total.

En el caso de la influencia de Hobbes, creo que su principal aportación radica en el marco conceptual de las ideas de *impetus* y *conatus*, su mutua relación y sobre todo una de las ideas más importantes de la ciencia física en general: la equivalencia entre causa y efecto. Pese a que Hobbes no es matemático ni geómetra reconocido, aporta a Leibniz una metodología, una forma de hacer física, que es el antecedente directo de sus primeras posturas físicas, así como el método de los indivisibles de Cavalieri. Posteriormente sería la ciencia física galileana la que le brindaría nuevas herramientas.

Otro aspecto que se observa es que, aunque la tendencia general de la Modernidad es rechazar sistemáticamente las tesis aristotélicas, Leibniz, en cambio, procura incorporar a su pensamiento la distinción de Aristóteles de *materia* y *forma*, que en cierto modo se presenta en las nociones de *fuerza primitiva* y *fuerza derivada*, pero con un nuevo lenguaje, lógica y herramientas matemáticas. Tal es también el caso de la *entelequia* como *mónada* o *conatus primitivo* (Carta a Des Bosses de 1715).

Considero la división realizada del concepto de *fuerza* en Leibniz como la parte medular de mi tesis, puesto que sin esta división no me hubiera sido posible comprender los múltiples aspectos de dicha noción, ya que la fue transformando, interviniendo aspectos nuevos e integrando elementos viejos, principalmente de su ontología.

En el capítulo IV se logró sostener de qué manera se está preparando el terreno (conceptual y matemático) para la dinámica, resaltando el papel de la cinemática en el problema del choque de cuerpos y de la transmisión del movimiento, y las consecuentes relaciones con nociones tan importantes como las de materia, espacio y tiempo (donde Leibniz muestra su adhesión a las tesis de Descartes y Hobbes), así como sus insuficiencias. También subrayo la importancia (en este diálogo con otras posturas filosóficas y científicas) de la crítica al pensamiento cartesiano, sin el cual *no* se hubiera dado el salto a la dinámica.

Prosiguiendo con la división del concepto de *fuerza*, en el capítulo V quise dar una visión general de la actividad y estructura de la misma, es decir, exponer de qué forma llega a una visión dinámica del mundo (de cuerpos animados e inanimados) y cómo es que la fuerza se expresa en todas sus modalidades y en todos los niveles, pues en la medida en que va

adquiriendo seguridad en el poder explicativo de la *fuerza* en los niveles mecánicos, como por ejemplo las fuerzas centrípeta y centrífuga, la gravedad, la inercia, la resistencia, etc., “asciende” a la *fuerza* como conexión fundamental de las sustancias con el mundo sensible, es decir, se convierte en el vínculo de las *mónadas* con el mundo tangible, sin descuidar el cinemático, ni mucho menos los aspectos que dieron origen a diversas polémicas, como la de las fuerzas vivas. La *fuerza* emerge como un concepto unificador, totalizante y, tal vez, como una panacea cuya precisión conceptual no es clara debido al hecho de manejarse en *todos* los niveles: cinemático (por ejemplo la inercia); dinámico (como el *impetus* y las fuerzas vivas, o el alma o forma sustancial con relación a la materia o *fuerza pasiva primitiva*) e inclusive la actividad que **un** ser tiene como unidad; y finalmente lógico-ontológico, como en el caso de la *mónada* que posee dentro de sí un principio vital y un *conatus* (que toda sustancia posible tiene por existir), esto es, *exigencia*.

La exposición cronológica de las ideas leibnicianas tuvo como objetivo mostrar la construcción de la noción general de *fuerza*, observando que, al final, éste concepto es fundamental tanto en la física como en la metafísica, pues conecta ambos planos, teniendo en la *mónada* el centro de actividad, centro de fuerza, de vida, el principal logro que resume la transformación de sus tesis físicas y dinámicas.

El capítulo final (VI) me parece que concluye la conexión entre la dinámica, la ontología y la lógica leibnicianas, pues pone de manifiesto el papel del *conatus* (como *fuerza* en un sentido ontológico) en el mundo de los posibles, siendo la *fuerza* la que permanentemente contiene una exigencia por existir para cada posible. Así, el *conatus*, aunque surge como una necesidad explicativa de la cinemática, de la naturaleza de la materia, de la constitución

de los cuerpos en interacción, *no* se limita al nivel mecánico sino que lo subordina; el *conatus* se convierte en fundamental (principalmente al final de su vida) al definirlo como *exigencia* por la existencia, siendo que cuando era joven lo abandona por considerarlo absurdo para la explicación de la conservación del movimiento.

Creo que el nivel ontológico de la *fuera* invierte la importancia de su existencia, es decir, aunque se propone como necesaria en la cinemática, al final es la cinemática y la dinámica las que se subordinan a su naturaleza metafísica, pues como sostiene en múltiples textos, la materia es una especie de *fuera*, las unidades o centros de fuerza de la realidad sensible son sustancias, las explicaciones de los movimientos en la materia también son fuerzas y *es la fuera* la conexión entre todos los planos. De aquí se sigue que es la *fuera* el elemento central en toda la explicación leibniziana tanto de la metafísica como de la física.

Ahora bien, aunque la propuesta de la *fuera* abarca todos los aspectos mecánicos, dinámicos y ontológicos, me parece que el problema es que al ser un concepto, en parte unificador, pero en parte demasiado general, termina no diciéndonos mucho acerca de su significado pues se convierte en una noción camaleónica la cual se transforma según el nivel de explicación.

Así, considero que los aspectos centrales de mi tesis, se encuentran justificados, esto es, sin una subdivisión de los múltiples aspectos de la *fuera*, se nos convierte en un concepto vacío, a diferencia del adecuado funcionamiento que ejerce en cada nivel de actividad. Y por último, considero que está demostrado que la *fuera* leibniziana no es sólo extensión de

su metafísica, sino que además, le da coherencia, sentido y propósito a la explicación de la realidad.

BIBLIOGRAFÍA

- *A Source Book in Greek Science*, version de Morris Cohen y I.E. Drabkin, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1948 (A Source Book in the History of the Sciences).
- *A Source Book in Physics*, version de William Francis Magie, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1969 (A Source Book in the History of the Sciences).
- **Aristóteles**, *Física*, introducción, traducción y notas de Guillermo de Echandía, Gredos, Madrid, 1995(Biblioteca Clásica Gredos/203).
- **Barrow**, John D., *La trama oculta del universo. Contar, pensar y existir*, traducción de Javier García Sanz, Drakontos, Barcelona, 1996 (Crítica/Grijalbo Mondadori).
- **Benítez**, Laura y José Antonio Robles (coords.), *Materia, espacio y tiempo: de la filosofía natural a la física*, FF y L, UNAM, México, 1999.
- **Guthrie**, W.K.C., *Historia de la filosofía griega II. La tradición presocrática desde Parménides hasta Demócrito*, versión española de Alberto Medina González, Gredos, Madrid, 1986.
- **Cicerón**, Marco Tulio, *De la naturaleza de los dioses*, introducción, versión y notas de Julio Pimentel Álvarez, UNAM, México, 1976.
- **Couturat**, Louis, *La logique de Leibniz d'après des documents inédits*, Hidesheim, G. Olms, 1969.
- **Cresson**, Andre, *Epicuro, su vida, su obra, su filosofía*, traducción Juan Gil-Albert, América, México, 1941 (Biblioteca Filosófica).
- *Los filósofos presocráticos*, introducción, traducción y notas por Armando Poratti, Conrado Eggers Lan, María Isabel Santa Cruz y Néstor Luis Cordero, Gredos, Madrid, 1980.
- *Los presocráticos*, 2ª ed., traducción y notas de Juan David García Bacca, FCE, México, 1979.
- **Descartes**, René, *El mundo. Tratado de la luz*, edición, introducción, traducción y notas de Silvio Turrió, Anthropos, 1989.
- **Descartes**, René y G. W. Leibniz, *Sobre los principios de la filosofía*, traducción y notas por E. López y M. Graña, Gredos, Madrid, 1989.
- **Dugas**, Rene, *A history of mechanics*, traducción de J.R. Maddox, Dover, New York, 1988.
- **Grant**, Edward, *La ciencia física en la edad media*, FCE, México, 1983 (breviarios).
- **Hintikka**, Jaako, *El viaje filosófico más largo. De Aristóteles a Virginia Wolf*, traducción de Marcelo M: Mendoza, Gedisa, España, 1998.
- **Hobbes**, Thomas, *Tratado sobre el cuerpo*, introducción, traducción y notas de Joaquín Rodríguez Francisco, Trotta, Madrid, 2000.
- **Jammer**, Max, *Concepts of force*, Harvard University Press, Massachusetts, U.S.A., 1957.

- **Kepler**, Johannes, *El secreto del universo*, traducción, introducción y notas Eloy Rada García, Alianza Universidad, Madrid, 1992.
- **Leibniz**, G. W., *Escritos filosóficos*, ed. Por Ezequiel de Olaso, notas de Ezequiel de Olaso y Roberto Torreti, Tomas E. Zwanck, Charcas, Buenos Aires, 1982(Biblioteca de filosofía).
- **Leibniz**, G.W., *Philosophical Papers and Letters*, 2ª Ed., versión de Leroy E. Loemker, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1969.
- **Leibniz**, G.W., *Escritos de dinámica*, estudio preliminar y notas de Juan Arana Cañedo-Argüelles, traducción de Juan Arana Cañedo-Argüelles y Marcelino Rodríguez Donís, Tecnós, Madrid, 1991.
- -----, *Correspondencia con Arnauld*, Losada, Buenos Aires, 1946.
- -----, *Discurso de metafísica*, introducción, traducción y notas de Julián Marias, Alianza Editorial, España, 1981 (Colección Libros de Bolsillo).
- -----, *Escritos en torno al azar, la libertad y el destino*, selección, estudio preliminar y notas de Concha Roldán Panadero, traducción de Roberto Rodríguez Aramayo y Concha Roldán Panadero, Tecnós, Madrid, 1990.
- -----, *Monadología*, prólogo, traducción y notas de Manuel Fuentes Benot, Aguilar, 1946.
- *Methodus Vitae (Escritos de Leibniz) Vol. I Naturaleza o Fuerza*, edición de Agustín Andreu , Universidad Politécnica de Valencia, España, 1999.
- *Methodus Vitae (Escritos de Leibniz) Vol. II Individuo o mónada*, edición de Agustín Andreu Universidad Politécnica de Valencia, España, 1999.
- *Obras de Leibnitz*, versión de Patricio de Azcárate, Casa Editorial de Medina, Madrid, 1969.
- **Luna** Alcoba, Manuel, *La ley de continuidad en G.W.Leibniz*, Universidad de Sevilla, 1996.
- **Salazar**. I., *Leibniz y el concepto de fuerza en el S. XVIII*, Publicaciones de la Universidad de Sevilla, España 1986.
- **Sambursky**, S., *El mundo físico a finales de la antigüedad*, Alianza Universidad, Madrid 1990.
- **Tartaglia**, Nicolo, *La nueva ciencia*, Introducción, traducción y notas Rafael Martínez-E. y J. César Guevara Bravo, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1988.