

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS VIII JORNADAS

VOLUMEN 4 (1998), Nº 4

Horacio Faas

Luis Salvatico

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Theoria cum praxi

Sistema y contingencia en la reforma leibniana de la dinámica

*Evelyn Vargas**

La indagación de las relaciones entre una práctica científica y la reflexión filosófica implica reunir fragmentos discursivos, cada uno con una complejidad que le es inherente; al abordar los problemas concernientes a la elaboración de la mecánica clásica, éstos se han de situar en el interior de un proceso más vasto de construcción de conceptos con su propio campo de intereses y significaciones. Así, la discusión acerca del modo de evaluación del movimiento en el siglo XVII planteaba preguntas acerca de la distancia entre lo efectivamente observado y las leyes básicas de la física, cuya solución por parte de Leibniz pondrá en juego principios de orden general que no son ajenos a los proyectos y objetivos a los que el filósofo dedicó su vida.

En el *Nuevo sistema*, Leibniz describe el descubrimiento de la dinámica como el resultado de la búsqueda de los principios de la mecánica que dan razón de las leyes del movimiento conocidas por experiencia¹. La introducción de la fórmula de la medida de la fuerza le habría permitido superar el geometrismo cartesiano y el abandono del proyecto foronómico. Los estudios histórico-críticos más recientes², sin embargo, consideran que la reforma de la dinámica no ha sido sino la consecuencia de los problemas suscitados por las primeras concepciones físicas de Leibniz, y que sólo luego habrían servido para refutar el 'memorable error de Descartes'. Pero esta reforma, a su vez, habría de tener importantes consecuencias para la reflexión epistémica, cuyo alcance y naturaleza deben aun ser precisados. Por mi parte, estudiaré las relaciones entre la práctica científica y el ideal de conocimiento a partir de la noción de *sistema* y la concepción leibniana de la contingencia de los principios de la física.

Sostendré que el paso de la foronomía a la física concreta representa el predominio del punto de vista sistemático, por el cual el movimiento singular concreto resulta matematizable. Ello me permitirá defender, contra la posición de

* UNLP-CONICET

¹GP IV, 478.

²Fichant, M. *Introduction*. en G. W. LEIBNIZ. *La réforme de la dynamique. De Corporum Concursu (1678) et autres textes inédits*. Edition, présentation, traductions et commentaires par Michel Fichant. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1994.

Robinet³, la continuidad del pensamiento leibniano a propósito del ideal de conocimiento, así como la mutua cooperación entre la filosofía leibniana y su práctica científica, en particular, a propósito del concepto de prueba *a priori*.

1. Reforma de la dinámica y punto de vista sistemático

Consideraré en primer término las transformaciones conceptuales involucradas en la reforma. La exhaustiva investigación sobre la misma llevada a cabo por Michel Fichant habría mostrado que el reemplazo del principio cartesiano de conservación de la cantidad de movimiento por el principio de conservación de la fuerza viva fue el resultado de una investigación independiente acerca del problema físico del choque; no dependió, por lo tanto, ni de la noción completa de sustancia ni del análisis lógico de la contingencia⁴. De allí concluye la independencia lógica de estas tesis filosóficas con respecto a la elaboración de la dinámica⁵, por lo que tampoco resultarían una consecuencia de este cambio de perspectiva.

Desde una perspectiva más sistemática, André Robinet⁶ ha destacado el valor de los trabajos de dinámica de 1678 para el desarrollo de la filosofía leibniana, en particular, que lo habrían conducido al abandono del ideal demostrativo expresado en los proyectos de *ciencia general*. A pesar de sus diferencias, ambos autores coinciden en afirmar que con la reforma de la dinámica se introduce un nuevo objeto para el conocimiento racional: lo concreto singular, excluido de la formulación exacta y demostrativa de la *Teoría del movimiento abstracto* de 1671⁷.

Hay en esta primera concepción física anterior a la dinámica dos modos de considerar el movimiento. El punto de vista abstracto se propone establecer una foronomía elemental. Esta implica la reducción de la mecánica a la geometría en dos planos; metodológicamente, busca establecer demostraciones *more geometrico*, y desde el punto de vista de su objeto, su propósito es la representación del movimiento por medio de nociones geométricas. Por ello, enuncia los principios básicos del movimiento sin intervención de la masa o la elasticidad. El movimiento es un continuo y sus elementos son llamados *conatus*, es decir, el *conatus* es el movimiento elemental en un punto geométrico. La resistencia de un cuerpo resulta de poseer *conatus* contrarios a su movimiento, por lo tanto, un cuerpo en reposo no ofrece resistencia y se mueve junto con el cuerpo que lo choca con la velocidad

³ROBINET, André. "Situation architectonique de la logique dans l'oeuvre de Leibniz", en HEINEKAMP, A. (dir.). "Leibniz. Questions de Logique. *Studia Leibniana*. Sonderheft 15. Stuttgart: F. Steiner, 1988. pp.1-25.

⁴Fichant op.cit., pp.10, 64.

⁵Ibid.

⁶Robinet op.cit., p 25.

⁷A VI, ii, 261-276.

original de éste. Pero estos resultados no concuerdan con la observación, pues los cuerpos se separan luego del choque. Para conciliar la disparidad entre la mecánica abstracta y la experiencia se introducen hipótesis auxiliares. El punto de vista concreto, desarrollado en la *Nueva hipótesis física*⁸, considera el movimiento tal como ocurre en el mundo; mediante la introducción de la hipótesis del éter explica la elasticidad como resultado de la tendencia dispersiva del éter que ocupa el espacio entre las partes de los cuerpos. En consecuencia, en su primera elaboración del problema, Leibniz intenta la conciliación de los teoremas abstractos del *conatus* con la observación por la mediación de una entidad puramente teórica. Pero hechos de experiencia, como el fenómeno del choque elástico así explicados, no constituyen ni axiomas ni teoremas.

Será la búsqueda de una garantía racional para las leyes empíricas del choque elástico la que habrá de desembocar en la nueva ley de conservación de la fuerza de 1678. En este cambio de perspectiva convergen las reflexiones teóricas acerca de las causas del movimiento y sus principios con los resultados de las experiencias llevadas a cabo por el propio Leibniz. La apelación a la experiencia muestra que por entonces el filósofo se había propuesto unificar los componentes abstractos del movimiento con los efectos de la percusión. Pero la discrepancia entre los resultados experimentales y los cálculos *a priori* no debe interpretarse en términos de una contrastación. La razón fundamental para el rechazo de la regla cartesiana de la cantidad de movimiento como medida de la fuerza es que su aceptación viola el principio de equipolencia causal. Este principio enuncia que la diferencia entre un estado en un momento y su estado consecutivo o efecto debe ser la menor posible. La comparabilidad entre ambos estados supone una medida común, la equipolencia representa el cambio menor conservando la suma de fuerzas según una distribución distinta entre los cuerpos, sus velocidades y sus direcciones. La magnitud que se conserva antes y después del choque es la fuerza o potencia; ésta no se ha de estimar por la cantidad de movimiento pues no se mantiene constante en todos los casos considerados, por ejemplo, cuando el cuerpo más pequeño es desplazado por la fuerza de percusión. En el dispositivo experimental empleado, consistente en dos péndulos que chocan, el estado anterior es la altura donde comienza el movimiento de alguno de los péndulos, y el efecto es el estado consecuente, es decir, la altura que alcanzan los péndulos luego del choque. Si, de acuerdo con la ley de Galileo, la altura representa el cuadrado de la velocidad, la cantidad del efecto puede medirse por la altura de la caída. Puesto que la proporción se cumple en todos los casos, ello permite someterlos a regla.

Autores como Robinet y Fichant coinciden en sostener que el principio que hizo posible el cambio de perspectiva que condujo a la dinámica es el principio de

⁸A VI, ii, 223-257. [1671]

la equipolencia entre la causa plena y el efecto íntegro⁹, cuya primera formulación sería de 1676¹⁰. Ese mismo año Leibniz redacta el *Pacidius Philalethi*. Allí se establece que el paso de la geometría a la física se produce por la consideración de las verdaderas causas de los fenómenos: el movimiento y la fuerza¹¹. Para nuestros fines importa destacar que allí se sostiene que el movimiento está en los cuerpos¹² como los elementos de un orden continuo real. El movimiento está en el cuerpo que cambia de lugar pero no hay un instante en el que no suceda ningún cambio, es decir, el movimiento es continuo¹³. Por tanto, la representación del comienzo del movimiento en un punto geométrico indivisible es al menos inadecuada. El análisis de lo continuo deja ver que todo cuerpo es elástico¹⁴ pues no hay cuerpos perfectamente duros o en reposo absoluto. La matematización del movimiento, concebida en la primera teoría como el problema de la composición del continuo únicamente desde el punto de vista abstracto, ahora se desplaza al movimiento tal como tiene lugar en la naturaleza, esto es, tal como se engendra en lo continuo.

La fórmula de la fuerza viva ($m \cdot v^2$) establecerá en 1678 la constancia de la relación entre la causa plena y el efecto íntegro. La fuerza elástica pertenece ahora al ámbito de lo calculable y demostrable, y con ella, los hechos que la experiencia muestra. Por el nuevo principio, la realidad concreta del movimiento resulta matemáticamente inteligible. Se trata, por lo tanto, como sostiene Fichant, de una nueva relación de las matemáticas a los fenómenos¹⁵. A pesar de no conocer el texto de 1678, ya Guérout había interpretado que mediante el principio de equipolencia causal los movimientos singulares concretos resultan inteligibles pues el principio pone en relación la realidad concreta del movimiento con su formalización matemática¹⁶.

La nueva teoría implica concebir la causalidad física en términos de dependencia funcional. En el lenguaje del *Discurso de metafísica*, esto se explica diciendo que las sustancias corpóreas se estorban o se limitan entre sí, y un cambio en la actividad de una obliga a las otras a acomodarse entre ellas¹⁷ según se expresa en el principio de conservación de la fuerza viva. Una máquina, considerada como

⁹A VI, III, 490. [1 de abril de 1676].

¹⁰Marcia Guérout ha mostrado que la primera elaboración del principio ya se halla en Hobbes (*Philosophia Prima*, Pars II, cap. IX, I), y constituiría la fuente de Leibniz. en GUÉROULT, Martial. *Leibniz. Dynamique et Métaphysique*. Paris. Aubier-Montaigne, 1967, p.71.

¹¹A VI, iii, 532.

¹²*in-esse* (A VI, iii, 534).

¹³A VI, iii, 547; A VI, iii, 565-6.

¹⁴A VI, iii, 554.

¹⁵Fichant op.cit., p.57.

¹⁶Guérout op.cit., pp.48-9; 200-7.

¹⁷DM 15/ GP IV, 440.

un sistema aislado, ejemplifica la fórmula general mostrando la conexión regular entre sus estados sucesivos, pues causa y efecto equivalen en expresión¹⁸. Para Leibniz, las leyes de la mecánica, sintetiza Mac Donald Ross, son fórmulas matemáticas que gobiernan la evolución de sistemas complejos de su estado en un cierto momento a su estado siguiente¹⁹. En otros términos, mediante la relación de equipolencia causal se produce la formalización de lo concreto según una relación de dependencia funcional matemáticamente expresable.

No obstante, será la noción de *sistema* la que habrá de permitir hacer inteligible el movimiento singular. Si la elasticidad explica la comunicación del movimiento, al extenderse a todos los cuerpos, el mundo resulta un conjunto conexo de cuerpos constituyendo un sistema. Los movimientos concretos se distinguen por "estar afectados por el sistema" (A VI, ii, 314) a diferencia de aquellos que se producirían en el vacío o con el medio en reposo (Ibid.). En la *Nueva hipótesis física* Leibniz había contrapuesto la consideración sistemática a la consideración abstracta, tal como los individuos en el estado de naturaleza se distinguen de los ciudadanos de una sociedad civil²⁰. Si examinamos los elementos de este simil siguiendo la presentación hobbesiana, en el estado de naturaleza, los *conatus*, es decir, las pasiones o deseos, son los comienzos del movimiento en el cuerpo, y se suceden en una continuidad de tendencias que buscan acrecentar su capacidad de actuar²¹. Así, en la perspectiva sistemática, los cuerpos en general estarán en relación mutua, sometidos a leyes que regulan sus interacciones como los súbditos de un estado se someten a una norma común que limita sus apetitos. La consideración sistemática desde el punto de vista físico introduciría entonces la necesidad de un principio de conservación. Si el fenómeno del choque elástico "nace de la economía y el movimiento del sistema" (A VI, ii, 224), el punto de vista sistemático requiere a su vez, de leyes de sapiencia, justicia y armonía pues parecen resultar de la intervención de una inteligencia (A VI, ii, 315).

Es este punto de vista el que puede someterse a regla mediante las leyes dinámicas. El principio de equipolencia causal es un principio sistemático, que establece una correspondencia entre cálculo y contenido definiendo una comparabilidad. Aun cuando su primera formulación no sería anterior a 1676 su uso ya está atestiguado en la *Nueva hipótesis física* (A VI, ii, 256), y por tanto a propósito del movimiento concreto. Con la reforma, se constituye también como principio para su formalización. En lo que sigue, se verá que esta exigencia de la mecánica clásica, en la medida en que no es un principio lógicamente necesario

¹⁸A VI, iii, 584. [2 de diciembre de 1676]

¹⁹MAC DONALD ROSS, George. *Leibniz*. Oxford: Oxford University Press, 1984, p. 86.

²⁰A VI, ii, 227.

²¹Veáse por ejemplo *Leviathan I*, 6; 11; 13.

sino propio de la organización contingente que caracteriza nuestro mundo, representó un punto de partida fundamental para el desarrollo del análisis lógico de las proposiciones contingentes.

2. Ciencia General y prueba a priori

He señalado que algunos intérpretes consideran que el desarrollo de las ideas lógico-epistemológicas que acompañaron la reforma de la dinámica y sus consecuencias metafísicas llevaron a una superación del ideal de saber demostrativo implícito en el proyecto de Ciencia General. Los estudios más recientes, por su parte, se limitan a enfatizar el progreso de las ideas científicas del autor a partir de sus primeras obras de física. Sin embargo, sostendré que en la tesis de la prueba *a priori* de las verdades contingentes es posible reconocer el nuevo enfoque epistemológico del mundo natural. En su sistematización definitiva las verdades contingentes son aquellos enunciados que son verdaderos en algún mundo posible. Además, el análisis de estos enunciados por resolución conceptual no puede completarse pues no puede demostrarse la identidad estricta entre sujeto y predicado. De la conjunción de ambos aspectos se verá por qué dar razón de un enunciado contingente involucra principios diferentes al principio de identidad o no-contradicción.

La determinación de los límites del análisis de una proposición contingente supone la posibilidad de la resolución dentro de esos límites. En la resolución de la experiencia debemos entender la aproximación sujeto-predicado como la relación entre definición nominal y definición real, la primera corresponde a la enunciación de un fenómeno por medio de nociones empíricas confusas, la segunda, a las hipótesis genéticas formuladas mediante nociones distintas (GP VII, 293-297). El principio del análisis causal, al afirmar la equivalencia entre un fenómeno y el conjunto de relaciones formales que lo explican, proporciona una regla para correlacionar lo observado, que se expresa en una definición nominal, con su expresión matemática, que constituirá su definición real. Pero las nociones homogéneas que conforman las explicaciones físicas no son condición suficiente de nuestras experiencias. Así, la continuidad como propiedad de los predicados físicos se expresa en el carácter incompletable del análisis de los enunciados contingentes. De ese modo, los estados particulares de un cuerpo dependen de su conexión con las demás circunstancias según las reglas que los ponen en mutua relación y ello permite definir los predicados contingentes. Sin estas reglas quedarían indeterminados.

La prueba que resulta del análisis causal no culmina en la identidad estricta. Una hipótesis enuncia una causa posible (A VI, iii, 3) y puede demostrarse si se pone en evidencia que ninguna otra puede ser (Ibid.). Pero un mismo efecto puede

tener causas diferentes (A VI, iii, 490). La decisión entre estas alternativas no puede depender de la mera resolución conceptual de los términos involucrados. Aunque términos como 'extenso' se consideran primitivos para la resolución, la demostración, sin embargo, requiere que se añadan otros axiomas a las definiciones²². Así el análisis incompleto que parte de la experiencia no puede dar razón de una proposición empírica sin un principio de preferencia, es decir, sin el principio de lo mejor, pues la existencia implica la pertenencia al mundo óptimo. En consecuencia, en su formulación más general, que toda verdad puede probarse significa que puede darse razón de ella²³, aunque no alcancemos su causa plena²⁴. Si el análisis de la experiencia puede a lo sumo mostrar la aproximación a la coincidencia, el análisis por resolución conceptual estricta en un número finito de pasos permite entender el enunciado singular como una instanciación a partir de una fórmula general, y así se distingue la forma proposicional de su interpretación. La decisión en favor de alguna de las formalizaciones alternativas, sin embargo, dependerá de razones de otro nivel.

Por ello, la prueba *a priori* de un enunciado contingente requiere la intervención de los principios arquitectónicos que distinguen nuestro mundo como un sistema con ciertas propiedades de entre otros posibles. El descubrimiento del carácter contingente de los principios dinámicos no implicó entonces el abandono de un ideal cognoscitivo sino su realización, y así la búsqueda de aquellos principios de las leyes mecánicas conocidas por experiencia habría de culminar en una física completamente *a priori* y libre de hipótesis pero sólo en la medida en que se acepte el sistema de la armonía preestablecida y sus principios. Como se ve, las aparentes rupturas en el desarrollo de las ideas de Leibniz son en realidad efectos parciales de un esfuerzo continuado de profundización y síntesis.

²²C 361

²³IG 130*/ C 387.

²⁴C 405.