Sobre la fundación del principio de equipolencia en el período parisino de Leibniz[1]

On the Foundation of the Principle of Equipolence in the Parisian Leibniz Period

Federico Raffo Quintana
UCA-CONICET (Argentina)
federq@gmail.com

Resumen: En este trabajo exploraremos el contexto teórico en el que emergió el principio de equipolencia en la filosofía de Leibniz. En primer lugar estableceremos epistemológicamente la ciencia acerca de la cual el principio de equipolencia funciona precisamente como principio (secciones 1 y 2). En siguiente lugar, argumentaremos que la reducción de la mecánica a la geometría no implica que la ciencia del movimiento carezca de principios metafísicos (sección 3), de manera que dicha reducción se entiende, al menos, en tres aspectos: uno metodológico, relativo al uso del análisis (3.1.), el establecimiento de un principio fundamental (3.2.) y la formulación de dicho principio al modo de una ecuación (3.3.).
Palabras clave: Equipolencia, Mecánica, Movimiento, Geometría, Ecuación.

Abstract: In this paper we will explore the theoretical context in which the principle of equipollence has emerged in Leibniz's philosophy. Firstly we will epistemologically establish the science regarding which the principle of equipollence works precisely as principle (sections 1 and 2). We will next argue

[1] Trabajo realizado en el marco del proyecto "La Ciencia General de Leibniz como fundamentación de las ciencias: lógica, ontología y filosofía natural" (ANPCyT, Argentina, PICT-2017-0506).

Le agradezco enormemente a Oscar Esquisabel por los comentarios y sugerencias realizados a este trabajo.

that the reduction of mechanics to geometry does not imply that the science of motion lacks metaphysical principles (section 3), and hence that this reduction is understood in at least three aspects: a methodological one, which is related to the use of analysis (3.1.), the establishment of a fundamental principle (3.2.) and the formulation of such a principle in the form of an equation (3.3.).
Keywords: Equipollence, Mechanics, Motion, Geometry, Equation.

Copyright © 2022 Federico Raffo
Ápeiron. Estudios de filosofía, monográfico «G. W. Leibniz: Una filosofía de principios»,
n.º 16, 2022, pp. 175–200,
Madrid-España (ISSN 2386 – 5326)
http://www.apeironestudiosdefilosofia.com/

Recibido: 10/05/2021 Aceptado: 23/09/2021

1. Introducción

Es célebre el pasaje del *Nuevo sistema de la naturaleza y de la comunicación de las substancias así como de la unión que hay entre el alma y el cuerpo* de 1695 en el cual Leibniz señala que, si bien de joven se vio atraído por las explicaciones mecánicas de sus contemporáneos, con el tiempo se dio cuenta de la necesidad de dar una fundamentación ulterior de tipo metafísica:

> Pero al tratar después de profundizar en los principios mismos de la mecánica para dar razón de las leyes de la naturaleza que conocíamos por experiencia, advertí que no bastaba con la consideración exclusiva de una *masa extensa* y que era preciso emplear además la noción de *fuerza,* que es muy inteligible, aunque pertenezca al dominio de la metafísica.[2]

Leibniz trabajó en la noción de fuerza progresivamente y desde diversos aspectos, unos más técnicos y otros más metafísicos, al menos desde el *De corporum concursu* de 1678, pasando por algunos célebres escritos de la década de 1680, tales como la *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii* (1686) y el *Dynamica de potentia et Legibus Naturae Corporeae* (1689-1690), alcanzando también los escritos de dinámica de la década de 1690, tal como, por ejemplo, el *Specimen dynamicum*, cuya redacción, por lo demás, data del mismo año que el *Nuevo sistema*[3]. Ahora bien, el pasaje recién citado no sólo resalta la importancia de la noción metafísica de fuerza para la "superación" de las lecturas puramente mecánicas del mundo, sino también el reconocimiento del hecho

[2] [GP IV, 478] ó [Olaso 460].

[3] Cf. Daniel Garber y Tzuchien Tho, "Force and Dynamics", en *The Oxford Handbook of Leibniz* (Oxford: Oxford University Press, 2018), 307-314.Véase también Rodolfo Fazio, "Leibniz on forcé, cause and subject of motion: from *De corporum concurs* (1678) to the *Brevis demonstration* (1686), *Manuscrito* 44, n° 1 (2021): 98-130.

de que ha alcanzado este fundamento metafísico como consecuencia de ahondar en los principios de la mecánica. En otras palabras, tenemos dos cuestiones distintas, aunque muy conectadas entre sí: por un lado, el desarrollo de la noción de fuerza y su importancia para la constitución metafísica de los cuerpos; por otro, la cuestión de la fundamentación de la mecánica, que, como veremos, es de índole metafísico-epistemológica. Los primeros pasos en dirección a la fundamentación metafísico-epistemológica de la mecánica parecen anteceder incluso al *De corporum concursu* y hallarse en algunos escritos del último año del período parisino, en los cuales Leibniz formuló el principio de equipolencia entre causa plena y efecto íntegro. En este sentido, el aspecto epistemológico de la fundamentación metafísica de la mecánica antecedió históricamente, en el pensamiento de Leibniz, a la profundización en la noción de fuerza, al menos en la dirección adoptada desde 1678 en adelante. Así, por ejemplo, algunas de las primeras conclusiones de Leibniz en torno de la noción de fuerza, como la ley de conservación de la *fuerza* y el hecho de que ella sea medida por mv^2, se siguen, en el orden de la fundamentación, del principio de equipolencia. En efecto, al momento de formular dicho principio, Leibniz aún concebía que lo que se conserva es la cantidad de movimiento entendida cartesianamente, como mv.

En este trabajo exploraremos el contexto teórico del surgimiento del principio de equipolencia. Así, en primer lugar delimitaremos epistemológicamente la ciencia acerca de la cual el principio de equipolencia funciona precisamente como principio (secciones 1 y 2). En siguiente lugar, argumentaremos que la reducción de la mecánica a la geometría no implica que la ciencia del movimiento carezca de principios metafísicos (sección 3), de manera que dicha reducción se entiende, al menos, en tres aspectos: uno metodológico, relativo al uso del análisis (3.1.), el establecimiento de un principio fundamental (3.2.) y la formulación de dicho principio al modo de una ecuación (3.3.).

2. Axioma de la física y principio de la mecánica

Leibniz presenta y trabaja con cierto detalle el principio de equipolencia en escritos como *De arcanis motus et mechanica ad puram* *geometriam reducenda* y *Axioma de potentia et efectu*, ambos textos datados entre febrero y septiembre de 1676. Hacia finales de ese año, la mención de este principio se vuelve más recurrente (por ejemplo, en [AA VI, 3, 400; 584]) y no faltan las referencias en los años siguientes (como en [AA VIII, 3, 387], por señalar un texto redactado en marzo del año inmediatamente siguiente). Adicionalmente, vale la pena hacer una mención especial de *Tria axiomata primaria*, un escrito que los editores de [AA VI, 3] ubican entre el verano de 1674 y el otoño de 1676, aunque por contexto presumiblemente haya sido redactado hacia el final de esta franja temporal. En este texto, Leibniz muestra de un golpe el ámbito epistemológico al que responde este principio:

> Tres axiomas primarios: de la *matemática*, el todo es igual a todas sus partes. De la *física*, el efecto íntegro es equipolente con su causa. De la *ciencia civil*, el mundo es la república óptima, es decir, todas las cosas han sido hechas en el mundo del modo óptimo.[4]

Este breve pasaje nos sirve para advertir dos cuestiones que deben ser abordadas. En primer lugar, es problemática la denominación de "axioma" empleada por Leibniz, pues al menos desde los primeros años del período parisino, concebía que son demostrables a partir de definiciones y proposiciones idénticas las cosas que se tienen por "axiomas"[5]. No nos detendremos aquí en esta cuestión[6], aunque más adelante, en la sección 3.2., intentaremos dilucidar la razón del uso de la noción de "axioma" por parte de Leibniz en este contexto. En segundo lugar, Leibniz enuncia aquí nuestro principio como axioma de la física, mientras que en otros textos, en los que no sólo lo enuncia sino que también lo desarrolla, lo exhibe como principio de la mecánica. Así, por ejemplo, en *De arcanis motus* señala:

> Así como en la geometría suele tomarse el principio de razonamiento de la ecuación que se da entre el todo y las partes, así también en la

[4] [AA VI, 3, 427].

[5] [AA II, 1, 352-356].

[6] Al respecto, puede verse Oscar Esquisabel y Federico Raffo Quintana, "Leibniz in Paris: A Discussion Concerning the Infinite Number of All Units", *Revista Portuguesa de Filosofia* 7, n° 3-4 (2017): 1324-1329.

> mecánica todo depende de la ecuación entre la causa plena y el efecto íntegro. De aquí que, así como es primario el axioma de la geometría de que el todo es igual a todas sus partes, así también el axioma primario de la mecánica es que la potencia de la causa plena es la misma que la del efecto íntegro.[7]

Esta referencia del principio por un lado a la física y por otro a la mecánica suscita algunos interrogantes. Por ejemplo, podríamos preguntarnos si Leibniz está pensando aquí en una "física mecánica", en un sentido cartesiano o tipo-cartesiano. Si tenemos en cuenta anacrónicamente lo que Leibniz dijo antes del pasaje citado anteriormente del *Nuevo sistema* sobre sus concepciones juveniles, esta lectura es posible. No obstante, si vemos genéticamente el panorama completo de los desarrollos de Leibniz en 1676, la situación parece ser un poco más compleja. Por un lado, hay todo un "programa" de Leibniz en torno al movimiento en este período, que incluye aspectos mecánicos, físicos, geométricos e incluso metafísicos. Ya volveremos sobre este programa en la siguiente sección. Por otro lado, vale la pena señalar que en esta época lo verdaderamente complejo era la noción misma de "mecánica". Como es sabido, esta noción evolucionó a lo largo del siglo XVII y Leibniz estaba familiarizado con estos cambios (lo que se puede ver, por ejemplo, en [AA VIII, 2, 133-134]). Esto se debe en buena medida al vertiginoso avance de esta ciencia desde mediados del siglo anterior en adelante. Como revelan los tomos de la serie VIII de los escritos de Leibniz, serie dedicada a ciencia natural, medicina y escritos técnicos, Leibniz se había familiarizado con una gran cantidad de autores destacados en esta área, tales como John Wallis, Ignace-Gaston Pardies, Edme Mariotte e incluso Christiaan Huygens, quien orientó a Leibniz en sus estudios durante el periodo parisino. Detengámonos sucintamente en algunos hitos de la historia de la mecánica, de los que se seguirán diversas acepciones del término relevantes para nuestro estudio.

Por un lado, Leibniz, al igual que muchos de sus contemporáneos, aún conservaba la acepción de arte o ciencia mecánica para referirse a la ciencia matemática mixta que trata de las máquinas simples, tales como la palanca, la polea, el torno, el plano inclinado y la cuña. No

[7] [AA VIII, 2, 135].

obstante, por otro lado, desde mediados del siglo XVI en adelante comenzaron a explicarse algunos fenómenos naturales sobre la base de las conclusiones de la mecánica, entendida en el sentido recién señalado. Así, el abanico de cuestiones abordado por la mecánica se fue ampliando, sea porque se incluyeron cuestiones que en sus orígenes correspondían a otras ciencias, como la astronomía, la óptica o la filosofía natural, o porque se abordaron áreas nuevas de investigación, como pueden ser la resistencia de los materiales, el movimiento de los fluidos y la colisión, o el movimiento de los cuerpos en medios resistentes[8]. Asimismo, hay que señalar el desarrollo de la física mecánica, que concibió, de un modo aún más radical, que los cuerpos naturales y el mundo visible en general son como una máquina, considerando en él las figuras y el movimiento[9]. Por último, vale la pena señalar que, entre fines de 1674 y el comienzo del año siguiente, Leibniz había leído el tratado de John Wallis *Mechanica sive de motu tractatus geometricus* (1670), en el cual su autor señala que la mecánica es "la parte de la geometría que trata sobre el *movimiento*"[10], esto es, un estudio puramente matemático del movimiento.

Al exhibir el principio de equipolencia como principio de la mecánica [AA VIII, 2, 135], Leibniz parece estar pensando en una concepción ampliada de la mecánica que al menos incluye cuestiones relativas a movimientos, tales como, por ejemplo, colisiones entre cuerpos, movimientos a lo largo de planos inclinados, el movimiento de caída de los graves o el movimiento pendular. De esta manera, las leyes de colisión o choque se encuentran en los fundamentos de todos los problemas "mecánicos", en el sentido amplio del término al que aquí hacemos referencia, por lo cual adquirió relevancia su correcta formulación y adecuación a la experiencia. Así, entendida en este sentido, la mecánica tiene un carácter fundamental. Desde el punto de vista epistemológico,

[8] Cf. Domenico Bertoloni Meli, *Thinking with Objects. The Transformation of Mechanics in the Seventeenth Century* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2006), 6-7.

[9] Así, por ejemplo, René Descartes, *Principia philosophiae*, en [AT VIII, 4 (§ 188)].

[10] John Wallis, *Mechanica sive de motu tractatus geometricus* (London: Typis Guilielmi Godbid; Impensis Mosis Pitt, 1670), 2.

el acento de Leibniz en 1676 parece estar puesto en torno del movimiento y del variado abordaje que puede hacerse de él. Esto se conecta con el "programa" en torno del movimiento al que hicimos referencia al pasar antes. En este sentido, la referencia de la equipolencia entre causa y efecto como axioma de la física y principio de la mecánica conlleva al menos una relación entre estas ciencias, tanto entre sí como respecto de la metafísica y de lo que Leibniz concibe en este año como una ciencia del movimiento y que denomina "foronomía".

3. El programa de la ciencia del movimiento y su rol articulador

El hecho de que el examen del movimiento tenía para Leibniz distintos aspectos queda sucintamente exhibido en *Guilielmi Pacidii de rerum arcanis*, un breve texto en el cual Leibniz exhibe una especie de plan enciclopédico. Nos referiremos a este abordaje unificado del movimiento que incluye diversos aspectos como un "programa" del tratamiento del movimiento. En ese escrito, Leibniz señala, entre muchas otras cosas:

> 7) Segundo laberinto, es decir, sobre la *composición* del continuo, el tiempo, el lugar, el movimiento, los átomos, lo indivisible y lo infinito.
> 8) La geometría del movimiento, es decir, las determinaciones de las líneas, la centrobárica, la reducción del movimiento al cálculo.
> 9) Física del movimiento, es decir, sobre la potencia, el choque y las reacciones.
> 10) Sobre las artes mecánicas, es decir, sobre las coordinaciones de los movimientos en virtud de la figura y la consistencia y la potencia de los cuerpos.[11]

Como vemos, este programa de estudio del movimiento considera aspectos distintos de un abordaje unificado, o bien, de una "ciencia" o "doctrina" del movimiento[12]. Hay aspectos del movimiento relativos a la ciencia de los mecanismos, así como también hay aspectos físicos, geométricos y metafísicos. En un texto poco conocido redactado un

---

[11] [AA VI, 3, 527].

[12] [AA VI, 3, 531-532; 568].

poco más adelante, en febrero de 1678, que se titula *De motu tractationis conspectus*[13], Leibniz exhibe precisamente una "Sinopsis del tratamiento del movimiento" en cinco libros: metafísico, geométrico, orgánico, físico y mecánico o sobre las máquinas. No nos detendremos aquí en este plan de tratamiento del movimiento, que es un poco posterior al período en el que nos centramos y que, además, parece ser más completo. Nos alcanza solamente con señalar que refuerza la idea de que Leibniz ha concebido un tratamiento unificado del movimiento, que se despliega en distintos niveles. Por lo demás, vale la pena señalar que, en el programa de 1676, los aspectos metafísicos quedan plasmados en el punto 7, sobre la composición del continuo. De hecho, tras señalar las cuestiones que constituyen el punto 7, Leibniz había añadido la siguiente indicación, que finalmente fue tachada: "En una palabra: Metafísica del movimiento"[14]. Tal como señala Arthur[15], Leibniz realiza parcialmente este aspecto metafísico en el *Pacidius Philalethi*, puesto que aborda allí la naturaleza del cambio y del continuo, dejando explícitamente sin tratar la relatividad del movimiento y la causa del movimiento o fuerza motriz[16]. Es probable que el alcance completo de la metafísica del movimiento en el período parisino no haya sido aun suficientemente explorado.

Ahora bien, más allá de esto, el *Pacidius Philalethi* exhibe al inicio algunas aclaraciones epistemológicas en torno de la ciencia del movimiento que son decisivas para nuestro abordaje. En efecto, como veremos, Leibniz articula la ciencia del movimiento con la geometría, la física y lo que llamará "ciencia de las razones generales". De esa articulación se sigue, entre otras cosas, la necesidad de determinar un principio para la ciencia del movimiento, en analogía con lo que ocurre en la geometría, que, al mismo tiempo, sirva de fundamento para la física.

En primer lugar, el diálogo refuerza la idea de que la ciencia del movimiento no puede reducirse solamente ni a la mecánica, ni a la geometría.

---

[13] Ernst Gerland (ed.), *Nachgelassene Schriften. Physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts* (Leipzig: V.G. Teubner, 1906), 114-115.

[14] [AA VI, 3, 527].

[15] Leibniz, G. W., *The Labyrinth of the Continuum. Writings on the Continuum Problem, 1672-1686* (New Haven / London: Yale University Press, 2001), 127.

[16] [AA VI, 3, 529].

Esto se debe precisamente a las limitaciones que estos abordajes tienen tratándose del movimiento. En efecto, hay cuestiones relativas al movimiento que no son susceptibles de ser tratadas mediante mecanismos a escala, ni, por otro lado, mediante la imaginación por sí sola. Leibniz señala así, que: "[…] a menudo no tuve éxito al probar nuevas máquinas y ciertos artificios divertidos, porque los movimientos y las fuerzas no podían ser diagramados ni sometidos a la imaginación del mismo modo que podían tanto las figuras como los cuerpos"[17], a lo que añade luego: "Pero cuando se trataba acerca del movimiento, todo mi cuidado y diligencia eran inútiles y nunca pude lograr que se pudiese comprender con la imaginación las razones y causas de las fuerzas y juzgar acerca del éxito de las máquinas"[18].

Por otro lado, Leibniz enfatiza la necesidad de constituir una ciencia del movimiento para dar cuenta del "tránsito" de la geometría a la física. Este tránsito tiene algunas implicancias, como la virtual aplicación del método analítico en la física. Así, desde el punto de vista metodológico, Leibniz se lamenta que en física no se emule el modo de proceder consagrado en la matemática, deduciendo de los datos disponibles todo lo que pueda deducirse[19]. Ya volveremos sobre este aspecto metodológico. Pero el plan fundacional de Leibniz sigue caminos aún más elevados. En ese sentido, hay una ciencia más elevada, que Leibniz denomina "ciencia de las razones generales" y que describe como una "lógica", por cuya aplicación se constituyen las ciencias de orden inferior. Si bien Leibniz no lo desarrolla en el texto, con esta lógica o ciencia de las razones generales, parece estar pensando, al menos, en una combinatoria. Las razones generales son conceptos y principios abstractos, que no se refieren a ningún objeto en particular, lo que explica luego la subordinación de las restantes ciencias. Leibniz parece dar una idea, aunque sea parcial, del tipo de "lógica" que tiene lugar aquí, cuando describe un "análisis universal" que se aplica no ya a cantidades, sino a todo género de objetos[20] y que es en otras áreas como lo que el álgebra es en la matemática: "[…] un arte característico o lengua racional, que

[17] [AA VI, 3, 531-532].
[18] [AA VI, 3, 532].
[19] [AA VI, 3, 531].
[20] [AA VI, 3, 413].

milagrosamente contraiga las operaciones de la mente en compendios y que sola pueda proporcionar en cuestiones físicas lo que el álgebra en las matemáticas"[21]. Ya volveremos sobre esto en la siguiente sección.

Así, la geometría se constituye como la inmersión de esta ciencia de las razones generales en las figuras, por lo cual Leibniz le atribuye el nombre de "lógica matemática", presuntamente siguiendo una denominación atribuida a Galileo. De manera análoga, su aplicación "a las cosas caducas y corruptibles constituye la ciencia de los cambios, es decir, de los movimientos, acerca del tiempo, la fuerza y la acción"[22]. La ciencia del movimiento, así, se constituye como una "lógica física", que Leibniz también llama "foronomía". En términos generales, por "foronomía" se entendía en esta época el análisis geométrico de la trayectoria trazada por el movimiento de un cuerpo, lo que implica, entre otras cosas, una prescindencia de la consideración de "fuerzas"[23]. No obstante, el significado de la foronomía en este período del pensamiento de Leibniz no es del todo claro, lo que se debe fundamentalmente al escaso abordaje llevado a cabo por nuestro autor. En efecto, hasta donde sabemos, en 1676 Leibniz se refiere una sola vez a este término, en el pasaje al que recién hicimos referencia. En escritos anteriores, como la *Theoria motus abstracti* de 1671 (en adelante, TMA), Leibniz hizo al pasar algunas observaciones sobre la foronomía, como, por ejemplo, que tiene dos partes, una "elemental", que es abstracta y racional, y que en ocasiones llama también "foronomía pura" y "universal"[24], y otra "mecánica y experimental", que, a diferencia de la anterior, depende de las observaciones, sea completamente (y así es "simple") o en conjunción con reglas abstractas (en cuyo caso es "mixta"). En una carta del mismo año a Johann Friedrich, Leibniz se refiere a la foronomía (en general, sin distinguir aquí entre partes) como la "ciencia del movimiento"[25]. A su vez, en una carta a Arnauld de comienzos de noviembre de 1671, Leibniz señala algunas proposiciones obtenidas por la "foronomía de

---

21 [AA VI, 3, 456].

22 [AA VI, 3, 532-533].

23 Véase , Tzuchien Tho, *Vis Vim Vi: Declinations of Force in Leibniz's Dynamics* (Springer, Studies in History and Philosophy of Science vol. 46, 2017), 70-76.

24 [AA VI, 2, 274; 314; 336].

25 [AA II, 1, 182].

los indivisibles”, como que el conato es al movimiento como un punto al espacio, que la cohesión de los cuerpos se explica por la penetración de sus extremos al chocar y otras conclusiones que ya había señalado en la *TMA*[26]. Nombrándola de esta manera, Leibniz explícitamente la pone en conexión con la “geometría de los invisibles” y así, en consecuencia, con la geometría en general. Sea de ello lo que fuere, como veremos, en 1676 Leibniz concebía a la foronomía al menos como una ciencia del movimiento que se conecta de alguna manera con la geometría y que se constituye como disciplina fundacional para toda la física. Como observa Fichant, ella se despliega en parte en *De arcanis motus*, texto en el cual Leibniz “expone el proyecto de esta Lógica física con el mayor rigor”[27]. En efecto, en este contexto Leibniz quiere reducir las leyes del movimiento “a un único principio con cuyo auxilio puedan formarse algunas ecuaciones analíticas”[28], a saber, el principio de equipolencia.

4. La reducción a un único principio: mecánica y geometría

El último punto abordado en la sección anterior muestra que hay una relación estrecha entre la foronomía y la geometría. El título completo de *De arcanis motus* es una muestra de esto, pues recordemos que Leibniz persigue allí “la mecánica que ha de reducirse a la geometría pura”. Ahora bien, no parece que tengamos que entender esta expresión

---

[26] [AA II, 1, 278-279]. Vale la pena señalar también que en esta carta Leibniz se aleja de algunas tesis centrales de la *TMA*, como, por ejemplo, cuando señala, que “no hay indivisibles, aunque hay inextensos” [AA II, 1, 279]. En efecto, una de las tesis centrales de la *TMA* es que “se dan indivisibles o inextensos” [AA VI, 2, 264]. Las consecuencias de estos cambios de parecer de Leibniz y su repercusión, en especial, en su abordaje del problema del continuo, no serán tratados aquí. Al respecto puede verse, por ejemplo, Oscar Esquisabel y Federico Raffo Quintana, “Infinitos y filosofía natural en Leibniz (1672-1676)”, *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*, 37(3) (2020): 425-435, 428-432.

[27] Michel Fichant, “Les concepts fondamentaux de la mécanique selon Leibniz, en 1676”, en *Leibniz à Paris (1672– 1676). Tome. 1: Les sciences* (Wiesbaden: Steiner Verlag, 1978), 223.Véase también François Duchesneau, *La dynamique de Leibniz* (Paris: Vrin, 1994), 109.

[28] [AA VIII, 2, 133].

en el sentido de que la ciencia del movimiento no requiere de principios más elevados que los de la geometría y que todo en esta ciencia se reduce a geometría. En uno de los pasajes citados anteriormente Leibniz explícitamente señala la imposibilidad de captar con la imaginación las *causas* de las fuerzas. Así, Leibniz no entiende la mecánica, o mejor aquí, la foronomía, como una parte de la geometría, tal como sostenía Wallis. Más bien, como vimos, la ciencia del movimiento es una aplicación de la ciencia de las razones generales a un ámbito distinto que en el caso de la geometría. En este sentido, hay propiedades que la ciencia del movimiento tiene como ciencia y que son análogas a las de la geometría, precisamente porque ambas son aplicaciones de la ciencia general. Así, incluso si en la foronomía las explicaciones que demos sean solamente geométricas, y en ese sentido no se introducen "explicaciones causales" (tales como vórtices o fluidos imperceptibles, explicaciones que, como tales, son conjeturales), nada impide que ella dependa de principios más elevados[29]. Leibniz se esfuerza por enfatizar este aspecto, por ejemplo, en diversos momentos de su correspondencia de 1676. En primer lugar, en una carta de mayo-julio de 1676 a Claude Perrault, resalta que: "creo que puedo satisfacerme ahora sobre las leyes del movimiento, mediante demostraciones enteramente geométricas, sin hacer uso de ninguna suposición ni de principios de experiencia; y que lo que se pueda decir al respecto a partir de ahora no será sino *res calculi et geometriae*"[30]. Así, la reducción a la geometría pura implica ante todo independencia de la experiencia. No obstante, en segundo lugar, en una carta a Edme Mariotte del mismo período, resalta que, a pesar de ello, hay una ciencia superior a la geometría y de la que incluso ella depende:

> Admito que es necesario entrar en el detalle, pero reconozco también que hay algunas grandes verdades de las que dependen la mayoría de los descubrimientos particulares. La verdadera metafísica es sin duda la más importante de las ciencias y es en ella que debemos obtener el arte de la invención. La Metafísica es a todas las ciencias y a la Geometría misma lo que la Geometría es a las matemáticas; pero hay pocas

[29] Cf. Fichant, "Les concepts fondamentaux de la mécanique selon Leibniz, en 1676", 228.

[30] [AA II, 1, 418].

> personas capaces de entrar [en la metafísica], puesto que, si la mayoría de los hombres menosprecia la Geometría, ¿qué debemos esperar de la metafísica, que es aún más abstracta?[31]

En buena medida, como veremos, la formulación del principio de equipolencia exhibe la "gran verdad" de la que dependen las leyes particulares de la mecánica. La importancia de esto se verá especialmente en la sección 3.2. Entretanto, de acuerdo con todo esto, entendemos que la manera de entender la reducción de la foronomía a la pura geometría implica, al menos, los siguientes tres aspectos: uno metodológico relativo al método analítico, la consecuente necesidad de establecer un principio fundamental y la formulación de dicho principio al modo de una ecuación.

4.1. Aspecto metodológico

Desde un punto de vista puramente metodológico, la ciencia de las razones generales establece, por decirlo así, un modo general de proceder. Más en general, podría decirse que provee la estructura general de ciencia que se aplica incluso en la geometría. Por ello, por ejemplo, teniendo en cuenta que las definiciones son uno de los elementos del conocimiento, Leibniz recuerda aquí que "una ecuación no es sino una especie de definición"[32]. En ese sentido, las definiciones se dan en el contexto de una ciencia. Ahora bien, este punto de vista metodológico tiene distintas aristas. Por un lado, vale la pena recordar que para Leibniz (y en general, en la época) la preocupación por el método de la ciencia se orientaba primordialmente a la determinación de un procedimiento riguroso de descubrimiento o "invención" de conocimientos. El destacado rol del aspecto heurístico del método también se hace presente aquí, pues, por ejemplo, Leibniz resalta que, con el auxilio de la geometría, en la mecánica pueden hacerse predicciones: "Desde esa época [sc., la época de Galileo y Descartes], los hombres intentaron realizar experimentos y encontraron no pocas cosas que con toda certeza hubiesen

[31] [AA II, 1, 420].
[32] [AA II, 1, 242].

podido predecir, si, habiendo establecido un principio general, hubiesen tratado las restantes cosas mediante razonamientos geométricos"[33]. Por otro lado, este aspecto metodológico implica fundamentalmente la posibilidad de hacer uso en la ciencia del movimiento del método analítico. De alguna manera, el uso de los métodos de análisis y síntesis ya era usual en la mecánica de las décadas previas a Leibniz, como la de Galileo e incluso en la de Descartes. Como señala Bertoloni Meli:

> La captación de algunas características de un objeto [mecánico] permitió a los eruditos hacer uso de él en otras investigaciones. A la inversa, identificar en el tema de una investigación características análogas a la de un objeto cuyas propiedades eran conocidas, le permitió a los eruditos hacer uso de su conocimiento en nuevos dominios.[34]

El primer caso recuerda a la síntesis descrita por Pappus en las *Collectiones mathematicae* y el segundo, al análisis. En pocas palabras, en el análisis se parte de la suposición de que se ha logrado lo que debería obtenerse y luego se procede a buscar las condiciones a partir de las cuales se sigue lo que fue asumido, retrocediendo de esta manera hasta llegar en alguna instancia a una proposición conocida, sea porque es uno de los primeros principios, o bien porque ya fue demostrada sintéticamente. Por su parte, el procedimiento en la síntesis es el inverso, en el sentido de que las cosas se establecen en orden natural, disponiendo primero de lo precedente, esto es, principios o proposiciones ya demostradas, y luego las cosas que se concluyan a partir de ellas, hasta alcanzar el resultado buscado[35]. De este modo, las propiedades de la palanca, la polea, péndulos y demás, fueron empleadas sintéticamente en otros dominios, así como, inversamente, la remisión de las propiedades de un fenómeno a características ya conocidas de los objetos mecánicos corresponde a un proceder analítico. Un caso claro en este sentido fue la

[33] [AA VIII, 2, 135].

[34] Bertoloni Meli, *Thinking with Objects. The Transformation of Mechanics in the Seventeenth Century*, 310.

[35] Pappus de Alejandría, *Book 7 of the Collection. Part 1. Introduction, Text, and Translation* (New York: Springer, 1986), 82-83.

explicación cartesiana del magnetismo y la representación de partículas magnéticas con forma de tornillos[36].

Por su parte, al menos desde 1674 Leibniz destaca la importancia de concebir un análisis que se aplique a cosas que ya no sean cantidades. "Y es bastante agradable –le dice Leibniz a Mariotte en una carta de julio de 1676– ver que todo el mundo habla del análisis y que son pocos los que saben qué es el análisis en general"[37]. En un escrito titulado precisamente *Analysis ad alias res quam quantitates applicata*, Leibniz resalta, entre muchas otras cosas, "cuán grande será la utilidad del arte analítico, es decir, combinatorio, cuando las fórmulas y ecuaciones que ahora no representan sino números, líneas y otras cosas secas y estériles exhiban los espacios y los movimientos, los tiempos y las fuerzas, así como los efectos"[38]. Unos años más tarde, en el *Pacidius Philalethi*, Leibniz destaca la oportunidad que implica para la filosofía natural la aplicación del método analítico:

> En efecto, cuando se les propone un problema, los geómetras ven si tienen datos suficientes para su solución, y manteniéndose en cierto camino usual y determinado, desarrollan todas las condiciones del problema todo lo que sea necesario, hasta que se obtenga de ellas lo buscado de manera espontánea. Cuando los hombres aprendan a hacer esto en la filosofía natural (lo que aprenderán cuando quieran pensarlo), se admirarán quizás de muchas cosas que habían sido ignoradas por ellos todo ese tiempo, cosa que debe atribuirse no a la pereza o a la ceguera de los antecesores, sino a la falta de un método verdadero, que es lo único que aporta luz.[39]

El hecho de que la foronomía explique el tránsito de la geometría a la física parece implicar, en este respecto, la justificación de la aplicación del método analítico a la filosofía natural. Como consecuencia de todo esto, vale la pena resaltar aquí la importancia de distinguir entre un método originado en la matemática de lo que podríamos llamar el

---

[36] Cf. Bertoloni Meli, *Thinking with Objects*. *The Transformation of Mechanics in the Seventeenth Century*, 135-136.

[37] [AA II, 1, 424].

[38] [AA VI, 3, 413].

[39] [AA VI, 3, 531].

"contenido matemático". La mecánica "tradicional" es una ciencia matemática. En ese sentido, su contenido es matemático, aunque aplicado a objetos físicos[40]. En el caso de Leibniz, lo que este aspecto metodológico muestra es que la ciencia del movimiento hace uso del método de análisis que también se utiliza en la matemática, en ese caso, aplicado a la cantidad. Como era usual en la época, los métodos matemáticos se ven "ejemplificados" en la matemática, pero son "generalizados" para el saber en general.

4.2. El principio fundamental

El aspecto metodológico al que hicimos referencia en el punto anterior conlleva la necesidad de hallar un *principio rector* de la ciencia a la cual se aplica precisamente el método analítico. Es aquí que se observa el hecho de que las ciencias de orden inferior dependan también en sus principios de ciencias de orden superior y, en última instancia, todas ellas de la metafísica:

> Incluso creo que hay efectos naturales en los que se puede encontrar la causa última, y es entonces cuando una verdad Física depende enteramente de una verdad Metafísica o Geométrica. Como ocurre en mi opinión principalmente con respecto a las leyes del movimiento.[41]

En este sentido, la reducción que propone Leibniz de las leyes del movimiento a un único principio connota la dependencia de la ciencia del movimiento respecto de las ciencias de orden superior. En principio, diríamos aquí que la dependencia en última instancia es de la metafísica. Hay, además, al menos una analogía con lo que ocurre en la geometría: así como en esa ciencia hay un principio primario, así también lo hay en la mecánica. Si tenemos en cuenta lo que hemos señalado antes a propósito de que no hay para Leibniz proposiciones indemostrables, excepto las identidades y las definiciones, es claro que los principios de

[40] Así, por ejemplo, en la *Mecánica* del pseudo-Aristóteles [847a23-28]. Cf. también *Física* [194a7-12].

[41] [AA II, 1, 422].

las ciencias inferiores son, entonces, demostrables a partir de definiciones. Esto vale tanto para el principio de la ciencia del movimiento como también para el de la geometría. Ni la mecánica demuestra el principio de equipolencia, ni la geometría el de la igualdad entre el todo y la totalidad de las partes. La demostración corresponde a una instancia externa y superior a la ciencia correspondiente, es decir, a una instancia meta-geométrica o meta-mecánica. En ese sentido, cuando Leibniz se refiere a los principios de la mecánica y de la geometría precisamente como "principios" o "axiomas", parece claro que considera que estas ciencias los toman como puntos de partida demostrativos, sin que por ello implique que no deban ni puedan demostrarse. Son, así, principios especiales de esas ciencias. En ambos casos, la demostración es algo que no le corresponde a la ciencia de la que son principios, pues no es tarea de la geometría demostrar que el todo es igual a la suma de todas sus partes ni a la mecánica el principio de equipolencia entre causa plena y efecto íntegro, sino que esta tarea le corresponde a la metafísica. En efecto, es cuestión de la metafísica establecer las definiciones de todo, parte, igual, causa, efecto y potencia, y llevar a cabo la demostración correspondiente a partir de las definiciones establecidas[42].

Por lo demás, vale la pena señalar que los principios de las ciencias de orden inferior, tanto el de la geometría como el de la ciencia del movimiento, son de alguna manera aplicaciones del principio de identidad en ámbitos particulares de la ciencia. Así, la igualdad entre cantidades es para Leibniz una especie de identidad, es decir, una aplicación o interpretación de la identidad al campo de la cantidad. En consecuencia, la igualdad posee las propiedades genéricas de la identidad ("*Aequalia* sunt eiusdem quantitatis", dice Leibniz)[43]. Si bien las nociones de igualdad e identidad no se definen de la misma manera, no se distinguen en cuanto a propiedades formales ni en cuanto a reglas de aplicación, de manera que la igualdad aritmética significa una completa coincidencia[44]. En el caso de la equipolencia, podemos decir algo análogo: la

---

[42] [AA VIII, 2, 135].

[43] [GM VII, 19].

[44] [GM VII, 57] ; Cf. también Michel Fichant, "Les axiomes de l'identité et la démonstration des formules arithmétiques: "2 + 2 = 4""", *Revue Internationale de Philosophie* 48/188, n° 2 (1994), 179.

equipolencia es una especie de igualdad entre la potencia de la causa y la potencia del efecto. En este caso, la identidad implica que la potencia de la causa expresa la del efecto y viceversa: "la causa es equipolente con el efecto no en perfección, sino en expresión"[45]. Ahora bien, esta característica formal del principio de equipolencia, su formulación al modo de una igualdad, tiene consecuencias importantes para Leibniz. Detengámonos en esto.

4.3. La formulación del principio al modo de una ecuación

De lo anterior se sigue, en tercer lugar, una cosa más que explica la reducción de la ciencia del movimiento a la geometría. La aplicación de la identidad primero a la igualdad y luego a la equipolencia explica una parte importante de la estrategia de Leibniz a la hora de abordar la ciencia del movimiento: *el principio de la mecánica debe tener la forma de una ecuación*. En un escrito de diciembre de 1676, Leibniz señala:

> El efecto íntegro es equipolente con la causa plena, puesto que debe haber una igualdad [*aequatio*] entre causa y efecto, que vaya de uno a otro. Ella en verdad consiste en esta equipolencia, y no puede hallarse otra medida.[46]

Como señalamos antes, en la historia de la mecánica podemos encontrar casos, "leyes particulares", que tienen la forma de una ecuación o que, al menos, podemos dársela. A modo de ejemplo, Leibniz se refiere, en primer lugar, a la noción de equilibrio: "el equilibrio es un género de ecuación"[47]. La noción de equilibrio se relaciona con el desarrollo de la noción de centro de gravedad por parte primero de Arquímedes: "hay equilibrio cuando el centro de gravedad compuesto ya no puede descender más"[48]. Ahora bien, en segundo lugar, las transformaciones de la mecánica que tuvieron lugar posteriormente, fundamentalmente gracias

[45] [AA VI, 3, 584].
[46] Ibídem.
[47] [AA VIII, 2, 134].
[48] Ibídem.

a Galileo, que incluyeron el abordaje de cuestiones como movimientos acelerados y movimientos compuestos, dieron lugar a otras leyes que para Leibniz también pueden formularse al modo de una ecuación. Como ejemplo, Leibniz señala, a propósito de los movimientos en planos inclinados: "De allí se ha descubierto ahora una nueva ecuación mecánica, a saber, un mismo cuerpo adquiere la misma velocidad, si desciende de la misma altura, cualquiera que sea su inclinación"[49].

Es interesante señalar que, más allá de la manera como Leibniz haya formulado la ley sobre movimientos en planos inclinados, en su época no era usual hacer uso de ecuaciones para expresar leyes. Más bien, el uso de la matemática para el estudio del movimiento y en general de fenómenos naturales se basaba primordialmente en la teoría de las proporciones, lo que va de la mano con el tratamiento geométrico de los problemas mecánicos y físicos en general. De alguna manera, se opusieron dos "modelos" para el tratamiento matemático de los fenómenos físicos, a saber, uno geométrico, que apela a la diagramación geométrica y a proporciones, y otro algebraico, que recurre a ecuaciones[50]. Un caso del primer modelo importante para nuestro estudio se encuentra, por ejemplo, en la séptima proposición del libro primero del *Mechanica sive de motu tractatus geometricus* de John Wallis. En dicha proposición, Wallis señaló que "Los efectos son proporcionales con sus causas íntegras", de manera que, si una causa, como *C*, produce un efecto, como *E*, podemos decir, en razón de la multiplicación, que el doble de *C* producirá el doble de *E*, y así sucesivamente. Además, el autor acentúa la formulación universal de esta proposición, "porque abre el camino por el que transitar de la pura especulación matemática a la física, es decir, más bien, conecta una y otra"[51]. Leibniz leyó la obra de Wallis entre fines de 1674 y comienzos de 1675, y precisamente destacó de ella la afirmación de Wallis de que esta proposición da lugar al tránsito de la matemática a la física[52]. No obstante, el camino seguido por el filósofo de Leipzig parece haber sido distinto. No significa esto

[49] Ibídem.

[50] Cf. Bertoloni Meli, *Thinking with Objects*. *The Transformation of Mechanics in the Seventeenth Century*, 225 y esp. 227-240.

[51] Wallis, *Mechanica sive de motu tractatus geometricus*, 16.

[52] [AA VIII, 2, 65].

que haya rechazado la necesidad de transitar de la matemática a la física; sobre esto ya hemos hablado suficientemente. De lo que se trata, no obstante, es de la teoría matemática que preferentemente se tendrá en cuenta en este tránsito: Leibniz no sigue preferentemente el modelo de la teoría de las proporciones, y en consecuencia, de la geometría, sino el de las ecuaciones. De alguna manera, parece incluso hacer depender la proposición de Wallis de su principio de equipolencia[53]. Si tenemos en cuenta las cosas que Leibniz estuvo trabajando en estos años en matemática y el modo de trabajarlas, no puede quedarnos duda de que veía que el modelo de las ecuaciones era más prometedor, sin por ello abandonar el uso de la teoría proporciones. La ventaja principal del modelo de las ecuaciones recae en su modo de abordar problemas, mediante transformaciones y despejando incógnitas, lo que se adapta mejor al proyecto de la combinatoria y de la característica. Más aún, uno de los resultados más destacados de Leibniz en estos años, acerca del problema de la cuadratura del círculo, consiste en dar una serie infinita que exprese precisamente una igualdad, esto es: supuesto que el cuadrado del diámetro es 1, el área del círculo se iguala a la suma de la serie infinita: etc., dada hasta el fin[54].

El hecho de que el principio de equipolencia tenga la forma de una ecuación analítica exhibe una doble dependencia, que se da escalonadamente. Por una parte, el principio de equipolencia depende en última instancia del principio de identidad. Así, si la relación entre causa y efecto en cuanto al principio de equipolencia es de expresión, entonces puede decirse que causa y efecto son sustituibles, conservada la misma potencia, en el sentido de que lo que se obtiene con una, se obtendría con la otra. No obstante, si esto fuera todo, no quedaría claro que haya aquí una ecuación, con las ventajas que esto trae. Por eso, en segundo lugar, es posible cuantificar esa potencia, es decir, estimarla o medirla, y en consecuencia elaborar ecuaciones y aprovechar las ventajas de operar algebraicamente. De alguna manera, podría decirse que aquí pasamos de la equipolencia a la igualdad entre las cantidades con las que medimos la potencia. Por ello puede decirse que el principio de la

[53] [AA VIII, 2, 136-137].
[54] [AA VII, 6, 439].

mecánica es una aplicación de la igualdad a causas, efectos y potencias. En ese sentido, la matemática se aplica al estudio del movimiento y, en consecuencia, de los fenómenos físicos. Esto no quita, desde un punto de vista no ya formal, sino "material", o mejor, desde el punto de vista de la interpretación que se le da en el contexto de la ciencia del movimiento, que con el principio de equipolencia suceda algo análogo a lo que ocurre con el principio de la matemática: ambos tienen un fundamento metafísico, en el sentido de que son demostrables en el contexto de la metafísica. De esta manera, si nuestra interpretación es correcta, en la "ciencia de las razones generales" encontramos una metafísica o al menos una parte de la metafísica, que no sólo nos provee el método que ha de seguirse en la ciencia, un método que se basa en el análisis de la geometría, sino también principios y conceptos generales que se van aplicando en ciencias de rangos inferiores.

5. Consideraciones finales

En suma, Leibniz presenta el principio de equipolencia como principio de la mecánica entendida, al menos, en el sentido de una disciplina de carácter fundamental para la física. Esta mecánica coincide, total o parcialmente, con lo que Leibniz llama también "foronomía", como ciencia del movimiento que explica el tránsito y conexión entre la geometría y la física, y que es una aplicación de la "lógica" o "ciencia de las razones", lo que la constituye como una "lógica física". Esto da razón de la estructura que esta ciencia tiene como ciencia y, en consecuencia, de su vinculación con ciencias de orden superior y especialmente con la metafísica. Vale la pena señalar que hemos abordado esta vinculación con la metafísica sólo parcialmente y que queda pendiente la posibilidad de ahondar en otros aspectos de lo que Leibniz considera en este contexto como metafísica del movimiento. Más allá de esto, la vinculación con ciencias de orden superior explica en parte la razón por la que la ciencia del movimiento no puede reducirse solamente a la mecánica y a la geometría, en el sentido de que depende también de principios más elevados. Teniendo esta aclaración en mente, hemos señalado, en primer lugar, que la ciencia del movimiento se vale del método analítico. Una consecuencia de lo anterior, en segundo lugar, es la necesidad de establecer un principio o "axioma" en la ciencia del movimiento, que es, precisamente, el principio de equipolencia. Este principio no es demostrado por la ciencia del movimiento, sino que esto es tarea de la metafísica. Finalmente, en tercer lugar, el principio tiene la forma de una ecuación. De esta manera, Leibniz se inclina por seguir un modelo algebraico, en lugar del modelo geométrico que en general tenía más presencia en la época. Como observamos oportunamente, estos son algunos de los aspectos que explican la reducción de la mecánica a la geometría pura, en los que el rol del axioma primario de esta ciencia cobra un rol especialmente relevante. Vale la pena señalar que hay al menos un aspecto más, que no hemos abordado en este trabajo, relacionado con la posibilidad de extraer las restantes cuestiones mecánicas, a partir de las leyes del movimiento reducidas al único principio, por medio de un cálculo. Si bien ahondar en esta dirección nos hubiera desviado de nuestro objetivo, vale la pena señalar proceder al modo de un cálculo es consistente con las ventajas que proporciona el modelo de las ecuaciones al que hicimos referencia anteriormente y a la consecuente posibilidad de llevar a cabo operaciones algebraicas.

Para finalizar, vale la pena referirnos sintéticamente a la demostración del principio de equipolencia, una cuestión problemática y escasamente abordada por Leibniz en el período delimitado por este trabajo. Recordemos que Leibniz considera que son demostrables las proposiciones que no sean idénticas, precisamente por reducción a identidades y a partir de definiciones. Esto implica, por un lado, que el principio de equipolencia es demostrable a partir de definiciones e identidades. En otras palabras, a partir de las definiciones de causa, efecto y potencia, debería poder demostrarse la reducción de este principio a una identidad. No parece que Leibniz haya de hecho elaborado esta demostración en el período parisino, a pesar de que en *De arcanis motus* haya dado establecido definiciones de las nociones de causa y efecto[55]. Ahora bien, por otro lado, Leibniz considera que se trata de un principio que no puede confirmarse empíricamente y que, por lo tanto, es un principio racional garantizado por el principio de razón suficiente. Así, en un escrito

[55] [AA VIII, 2, 135]; Cf. también [AA VIII, 2, 237].

de diciembre de 1676 señala que "*Nada es sin causa*, puesto que nada es sin todos los requisitos para existir" e inmediatamente a continuación se refiere al principio de equipolencia en los términos del pasaje que citamos a comienzo de la sección 3.3., esto es: "El efecto íntegro es equipolente con la causa plena, puesto que debe haber una igualdad entre causa y efecto, que vaya de uno a otro"[56]. De esta manera, por el principio de razón suficiente, puede darse una prueba del principio de equipolencia, es decir, es un principio cuya verdad es *a priori*:

> Es verdadero *a priori* el principio de la mecánica: el efecto equivale a la causa plena, es decir, la misma causa no produce ni más ni menos, siempre que no se la ayude o se la impida.[57]

Tenemos aquí dos cosas: por un lado, hemos dicho que el principio de equipolencia es reductible a identidades, y, por otro, que podemos dar una prueba *a priori* de este principio sobre la base del principio de razón suficiente. Lo que no queda claro en este punto es de qué manera se articulan la reducción de proposiciones a identidades y el principio de razón suficiente. De estas reflexiones parece desprenderse que, para Leibniz, mostrar la verdad *a priori* implica la posibilidad de llevar a cabo una reducción a identidades (al menos en el caso del principio de equipolencia). Habría que evaluar en este sentido si, en este momento de su desarrollo intelectual, Leibniz no suponía implícitamente que "dar razón" consistía en proporcionar una prueba finita. Si esto fuera así, habría una diferencia importante respecto de su concepción madura acerca de aquellas verdades que se rigen por el principio de razón suficiente precisamente porque no es posible llevar a cabo un análisis infinito y exhibir una identidad. Pero ahondar en todas estas cuestiones sería un trabajo por sí mismo. Nos alcanza aquí con dejarlas abiertas para ser abordadas en el futuro.

[56] [AA VI, 3, 584].
[57] [AA VII, 2, 137].

Bibliografía

Aristóteles. *Física*, editado y traducido por G. R. de Echandía. Madrid: Gredos, 1995.

Aristóteles y Euclides. *Aristóteles: Sobre las líneas indivisibles. Mecánica. Euclides: Óptica. Catóptrica. Fenómenos*, editado y traducido por P. Ortíz García. Madrid: Gredos, 2000.

Bertoloni Meli, Domenico. *Thinking with Objects. The Transformation of Mechanics in the Seventeenth Century*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2006.

[AT] Descartes, René. *Oeuvres de Descartes*, editado por Ch. Adam y P. Tannery. Vrin: París, 1897-1910.

Duchesneau, François. *La dynamique de Leibniz*. Paris: Vrin, 1994.

Esquisabel, Oscar y Raffo Quintana, Federico. "Leibniz in Paris: A Discussion Concerning the Infinite Number of All Units", *Revista Portuguesa de Filosofia*, 73(3-4) (2017): 1319-1342.

Esquisabel, Oscar y Raffo Quintana, Federico. "Infinitos y filosofía natural en Leibniz (1672-1676)", *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*, 37(3) (2020): 425-435.

Fazio, Rodolfo. "Leibniz on force, cause and subject of motion: from *De corporum concurs* (1678) to the *Brevis demonstration* (1686)", *Manuscrito* 44(1) (2021) : 98-130.

Fichant, Michel. "Les concepts fondamentaux de la mécanique selon Leibniz, en 1676", en *Leibniz à Paris (1672– 1676). Tome. 1: Les sciences*, editado por A. Heinekamp y D. Mettler, 219-232. Wiesbaden: Steiner Verlag, 1978.

———. "Les axiomes de l'identité et la démonstration des formules arithmétiques: "2 + 2 = 4"", *Revue Internationale de Philosophie*, 48/188 (2) (1994): 175-211.

Garber, Daniel y Tho, Tzuchien. "*Force and Dynamics*", en *The Oxford Handbook of Leibniz,* editado por M. R. Antognazza. Oxford: Oxford University Press, 2018.

Gerland, Ernst (ed.). *Nachgelassene Schriften. Physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts*. Leipzig: V.G. Teubner, 1906.

Leibniz, G.W. *The Labyrinth of the Continuum. Writings on the Continuum Problem, 1672-1686*, editado y traducido por R. T. W. Arthur. New Haven / London: Yale University Press, 2001.

Pappus de Alejandría. *Book 7 of the Collection. Part 1. Introduction, Text, and Translation*, editado por A. Jones. New York: Springer, 1986.

Tho, Tzuchien. *Vis Vim Vi: "*Declinations of Force in Leibniz's Dynamics", *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 46. Springer, 2017.

Wallis, John. *Mechanica sive de motu tractatus geometricus*. London: Typis Guilielmi Godbid; Impensis Mosis Pitt, 1670.