

En torno a la dinámica de Leibniz

La trama histórica de un camino que desde la metafísica condujo a la física

Vicente Menéndez*

1. Introducción

La geometría euclidiana y la mecánica de Newton están profundamente arraigadas en la concepción clásica del mundo físico. Por esta razón, las teorías del pasado que han tenido insuficiencias son rápidamente olvidadas, y es tarea de los historiadores de la ciencia el volver a examinarlas a la luz de la evolución de las ideas. En este caso nos veremos sorprendidos por los conceptos de *fuerza* y *materia* en Leibniz, ya que en pleno siglo XX la teoría relativista nos devuelve la imagen leibniziana de materia entendida como energía. Como nos dice el filósofo Bryan Magee, de la Universidad de Londres, en su libro *Los grandes filósofos*: “[...] al fin y al cabo una de las ideas más importantes de la física del siglo XX es que toda la materia se reduce a energía, que la energía es el componente definitivo del universo físico. A mí me parece que Leibniz trataba de expresar algo sorprendentemente cercano a esta idea.”

Pero tanto o más sorprendente es el camino metafísico, que Leibniz recorre en soledad, y lo conduce a uno de los grandes principios de conservación de la física. Aquí también el paralelismo con Newton es insoslayable; mientras Newton construye su dinámica sustentada en datos empíricos, Leibniz hace lo propio pero basado en sus ideas metafísicas de fuerza y materia, es decir, intenta derivar la física de su metafísica. No es otra cosa que la eterna lucha entre el empirismo inglés que tiene en Bacon y en Locke a sus principales líderes intelectuales y el racionalismo metafísico continental que, encarnado primero en Descartes, encuentra luego en el genio de Leibniz una nueva luz para recorrer un intrincado camino.

Es aquí donde comienza una historia que nos llevará a un punto que trataremos de defender: hay un único Leibniz, con un único y unívoco concepto de Dios, a partir del cual, por medio del pensamiento racional, construye una *dinámica* (término que fuera el primero en acuñar) y un universo.

2. Preliminares a la dinámica de Leibniz

Para empezar a comprender la dinámica de Leibniz es necesario conocer el entorno intelectual y político de la segunda mitad del siglo XVII europeo, y sobre todo saber con quiénes dialoga y polemiza y cuál es su concepción de la física. Respecto de este último punto digamos que para Leibniz la física no debe limitarse a preguntar *cómo son* las cosas, excluyendo la pregunta acerca del *porqué* son así y del *porqué* actúan de la forma en que realmente lo hacen. Además (y esto va a constituir la médula de toda su física), las causas finales no solo sirven para admirar la sabiduría divina sino para conocer las cosas de la naturaleza y utilizarlas. Estas concepciones lo ubican claramente en dos terrenos simultáneos: el

* Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

metafísico, al querer responder los últimos *porqués* de los fenómenos físicos, y el teológico, que, como veremos, es la base de toda su concepción del universo.

Al respecto es ilustrativo un párrafo de su carta a Remond de enero de 1714. “[...] pero cuando investigué las últimas razones del mecanicismo y de las leyes mismas del movimiento fui sorprendido totalmente al ver que era imposible encontrarlas en las matemáticas y que había que retornar a la metafísica.” Coherente con ello, Leibniz nunca realiza experiencias. Solo se apoya en las que realizaron Galileo, Huygens y Mariotte, cuyos resultados sirvieron de base para desarrollar su concepto de *fuerza viva*. En su *Discurso de Metafísica* dice: “Los planteamientos teleológicos (causas finales) son una vía más fácil y a menudo sirven para adivinar verdades importantes y útiles que habría que buscar durante más tiempo por la ruta de las causas eficientes. Por consiguiente, los planteamientos teleológicos sirven para abrir un acceso que comunica a la física con la metafísica.” En lo que respecta a la cuestión teológica, ésta es omnipresente en Leibniz: en el *Espécimen de Dinámica*, parte I, afirma. “[...] el mejor temperamento es el que satisface por igual a la Piedad y a la Ciencia para que conozcamos mejor que todos los fenómenos corpóreos pueden derivarse de causas eficientes mecánicas y comprendamos que las mismas leyes mecánicas en general se derivan de razones superiores.”

En cuanto al entorno intelectual de Leibniz, éste es sin duda toda la primera línea de filósofos y científicos europeos de su tiempo. Elabora todas sus teorías en el marco de diálogos y discusiones, ya sea epistolares o personales, con todos ellos. En ese ambiente intelectual, con una profunda convicción religiosa adquirida desde la infancia y marcado fuertemente en su juventud por las ideas de Descartes (a quien luego habría de criticar duramente por entender que su mecanicismo conducía a un materialismo ateo), se dedica de lleno al estudio de un sinnúmero de disciplinas que hoy nos parecen imposibles de abarcar. Es que para Leibniz la división de las ciencias es totalmente arbitraria y artificial, producto de la mentalidad “burocrática” de algunos filósofos.

Si tuviésemos que definir el pensamiento de Leibniz muy brevemente, podríamos decir que practicó un racionalismo teísta a ultranza. Lo hizo en soledad, pues no tuvo discípulos ni ejerció la cátedra. Conocemos sus escritos de dinámica porque se publicaron por primera vez en 1860, aunque solo fragmentariamente. Un siglo más tarde Pierre Costabel descubrió un Ensayo de Dinámica publicado en 1859 y no tuvo difusión alguna. Un Diálogo de Dinámica, escrito en Roma en 1689, fue descubierto hace apenas diez años atrás. André Robinet, un estudioso de la mecánica leibniziana, nos dice que todavía hoy no conocemos la totalidad de sus escritos sobre el tema. Pero por sobre todas las cosas la dinámica de Leibniz es casi desconocida, incluso por aquellos que dominan ampliamente su filosofía. Lo que intentamos mostrar en este breve estudio es que su dinámica ocupa un lugar central en toda su concepción filosófica. ¿Por qué entonces este descubrimiento tardío de la dinámica de Leibniz y su escasa valoración hasta tiempos relativamente recientes?

Quizás nos ayude a comprender esta circunstancia el juicio que los positivistas destinaron a Leibniz: según ellos, nuestros antepasados habrían perdido el tiempo durante más de cincuenta años por causa de los “cantos de sirena” del filósofo alemán. La física de Galileo y Newton se habría salvado de un eventual naufragio gracias a la intervención del espíritu positivo de los grandes mecanicistas de la Ilustración: D’Alembert, Euler y Lagrange, los cuales habrían arrebatado la posesión de esta herencia a los indignos cultivadores de una física trasnochada. Tan lapidaria crítica va acompañada por otra que se refiere a uno de los

mayores defectos de nuestro hombre. al abarcar tal cantidad de intereses intelectuales, no habría dispuesto de tiempo para terminar muchos de sus escritos y concretar sus ideas, y en su deseo de armonizar teorías fue perdiendo precisión teórica. Sin embargo, a principios del siglo XX, el advenimiento de la teoría de la relatividad y de la mecánica cuántica hizo renacer el interés por una dinámica con componentes metafísicos y un indudable matiz energicista en la concepción de la materia, ya elaborada a grandes rasgos en el siglo XVII. Describamos ahora los pilares sobre los cuales Leibniz construyó su edificio y analicemos luego las aristas fundamentales del mismo, para poder decidir si la crítica de aquellos positivistas tiene asidero.

3. Los fundamentos de la dinámica de Leibniz

Los pilares sobre los que se asientan las consideraciones de Leibniz son tres principios básicos que operan a la manera de los axiomas en la geometría euclidiana y que tienen, en el pensador alemán, una profunda raíz teológica: (I) Principio de la Armonía Preestablecida; (II) Principio de Razón Suficiente; y (III) Principio o Ley de Continuidad. Además de estos principios Leibniz define también tres entes claramente metafísicos: (a) la Mónada; (b) el Conatus; y (c) la Fuerza. A partir de aquí, infiere su principio de conservación de la fuerza y sus concepciones de materia y movimiento. Con tales principios también desarrolla y justifica su posición política y filosófica, pero ello no es tema de nuestro estudio.

3.1. El Principio de la Armonía Preestablecida

Este principio consiste en afirmar que las sustancias están correlacionadas de modo tal que cada una, siguiendo sus propias leyes, se ajusta a todas las demás dando la apariencia de una influencia física mutua.

Leibniz sostiene una concepción de que Dios en la cual éste es absolutamente perfecto. La armonía es perfección y belleza. Si la lucha que libra Leibniz a lo largo de toda su vida pudiese definirse en una frase ésta sería "la búsqueda de la armonía."

El secreto de la armonía no es la aniquilación de los desordenes parciales, sino su conducción hacia el orden. En su polémica con Clarke afirma que Dios puede descansar una vez preestablecida la armonía (y en ello reside la diferencia con la idea de Dios de Newton); y en su *Theodicea* escribe esta máxima. "Existir no es otra cosa que tener armonía." Leibniz quiere entender armónicamente a toda la naturaleza y por ello ha de relacionar aquello que de por sí no es totalmente homogéneo: lo animado y lo inanimado. En este punto residirá el blanco de sus críticos.

3.2. El Principio o Ley de Continuidad

Dice Leibniz: "Nada se hace de un golpe, y ésta es una de mis grandes máximas y de las más verificadas, que la naturaleza nunca da saltos, lo que yo llamo ley de continuidad." Por ello el reposo absoluto se muestra como imposible, cada movimiento va disminuyendo indefinidamente y el reposo será un movimiento infinitamente pequeño. Como consecuencia del principio de la continuidad no pueden existir átomos ni vacío.

3.3. El Principio de Razón Suficiente

Las verdades de hecho están regidas por el principio de razón suficiente, según el cual en el Universo nada sucede por casualidad o sin causa. Es fundamentalmente un principio que parte del concepto de Leibniz sobre Dios: si algo ocurre es porque Dios encontró una razón para que ocurra de ese modo. Una conclusión importante que de aquí se desprende, ligada a

su dinámica, será que el cambio de estado de un cuerpo no proviene sino del principio de razón suficiente. nada cambia sin razón.

3.4. *Los entes metafísicos: la mónada*

Los cuerpos físicos o sustancias compuestas son resultados fenoménicos de puntos metafísicos o centros de fuerza individuales, creados por Dios, y que Leibniz, usando un término bruniano, llama *mónadas*, sin extensión, sin forma, sin comunicación entre sí. Tienen percepción y apetencia. No son espíritus, pero son la unidad entre lo material y lo espiritual. Su definición de mónada tiene implicancias dinámicas: ningún cambio proviene de fuera; por el contrario, hay en toda sustancia finita una tendencia interna al cambio y el cambio no podrá nacer naturalmente si no es en las mónadas.

3.5. *Los entes metafísicos: el conatus*

Para Leibniz el movimiento es la manifestación fenoménica de una realidad metafísica, y el polo activo de esta realidad es el *conatus* (término procedente de Hobbes) El polo pasivo es la materia. Un cuerpo que carezca de conatus no sería tal. El movimiento forma un continuo del cual los conatus son los puntos y los ímpetus las líneas, siendo el *ímpetus* lo que hoy conocemos como cantidad de movimiento ($m v$) y el conatus la velocidad instantánea con su dirección (Leibniz, *Table de définitions*) La vinculación entre conatus y fuerza será inmediata.

3.6. *Los entes metafísicos: la fuerza*

Los estudiosos de la dinámica de Leibniz creen que éste es consciente de que la noción de fuerza no es algo absolutamente claro y nítido. Su concepto de fuerza es arriesgado y por ello no despertará demasiadas adhesiones. Sin embargo, tal concepto es clave para comprender su dinámica.

En lo corpóreo, nos dice Leibniz, hay algo más que extensión (como propone Descartes), a saber: la propia fuerza de la naturaleza inserta en todas partes por el Hacedor. Esta se asienta en un conatus. La fuerza constituye la naturaleza última de los cuerpos, puesto que el actuar es el carácter de las sustancias, mientras que la extensión se resiste a actuar (inercia). Para Leibniz la fuerza es un absoluto, el constituyente fundamental de la materia, el elemento intrínseco de cualquier cuerpo. Como vemos, se trata de un concepto claramente metafísico.

Leibniz distingue dos tipos de fuerza: activa y pasiva. A la fuerza activa la subdivide a su vez en dos clases: fuerza *primitiva* y fuerza *derivativa*. La primitiva es la fuerza metafísica y conformaría el "alma" de la materia. Es un concepto necesario para satisfacer el principio metafísico de que toda modificación presupone algún ente que se conserva. La fuerza primitiva es entonces constante en un mismo cuerpo. La fuerza derivativa, en cambio, llamada "fuerza viva" (*vis viva*), es la única que actúa en su dinámica y Leibniz la identifica con el producto $m v^2$, ya que entiende que "la causa plena es igual al efecto entero." Entonces expresa la causa (*vis viva*) a través de ese producto (que hoy conocemos como el doble de la energía cinética). Así, en sus escritos de dinámica, afirma que hace falta tanta fuerza para elevar un cuerpo de 1 libra a 4 *alnas*, que para elevar a 1 *alna* un cuerpo de 4 libras. (El *alna*, unidad de medida de aquella época, equivale a alrededor de un metro.) Para llegar a esta conclusión, Leibniz emplea los datos experimentales de Galileo y Huygens para el cálculo de la velocidad de caída desde 1 pie y desde 4 pies de altura.

El concepto de fuerza de Leibniz es absolutamente energético. Y lo más importante es que la fuerza viva se mantendrá constante, no en un cuerpo, sino en todo el Universo. Si Dios la produjo de una vez y para siempre, entonces debe conservarse.

La fuerza pasiva, también llamada *fuerza muerta*, reside en la masa y solo interviene en la estática, Leibniz la identifica con la inercia. Aquí coincidiría el concepto de fuerza muerta con el de peso de un cuerpo. Nos dice que los antiguos solo tuvieron una ciencia de la fuerza muerta: la estática. Para explicar la caída libre Leibniz nos explica que, mientras cae un cuerpo, la fuerza es viva y ésta nace de una infinidad de impresiones de la fuerza muerta. O sea que el tránsito de una fuerza a otra debe cumplir el principio de continuidad. También la fuerza viva aparece cuando hay interacción con otros cuerpos, por ejemplo en el choque, tema que trata en *Espécimen Dinámico* (1695).

El concepto de "fuerza viva" sobrevivió hasta nuestros días, ya que la relación entre el trabajo de una fuerza y la energía cinética que adquiere el cuerpo se suele denominar *teorema de las fuerzas vivas*. En cambio el concepto de fuerza en Descartes se corresponde con lo que hoy llamamos *cantidad de movimiento* ($m \cdot v$), pero entendido como un escalar. Consciente de que para Descartes el concepto de fuerza es el concepto que Leibniz tiene de *impetus*, nos dice: "lo que yo llamo *fuerza* se conserva, mientras que no se conserva lo que otros han llamado por este nombre." A partir de aquí se generará una áspera disputa con el cartesiano Abbé de Catelan, que no tiene mayor valor científico pero que nos da una idea de las discrepancias de uno y otros a la luz de nuestros actuales conocimientos. Descartes afirma que, en el choque de partículas, se conserva la fuerza entendida como cantidad de movimiento (lo cual, en la terminología actual, solo es cierto mientras no actúen fuerzas exteriores al sistema). Leibniz, por el contrario, sostiene que se conserva la fuerza, pero entendida ésta como energía cinética, lo cual, según hoy sabemos, es cierto siempre que el choque sea perfectamente elástico.

En síntesis, para Descartes, Dios es la primera causa del movimiento y conserva siempre la misma cantidad de movimiento en el mundo, mientras que para Leibniz el Creador es el origen de la fuerza y conserva en el mundo siempre la misma cantidad. Pero además Leibniz ataca a los cartesianos diciendo que "han actuado como los seguidores de Aristóteles," esto es, no criticando al maestro en sus errores, y agrega: "el espíritu de secta es contrario por naturaleza al progreso." Lo cual conforma toda una definición política.

4. El problema del choque entre cuerpos y otras consideraciones

En la segunda mitad del siglo XVII, resolver el problema del choque era central, y por ello la Royal Society encargó a Wren, Wallis y Huygens que abordaran el tema. Huygens obtuvo un resultado fundamental, ya que infirió que la cantidad de movimiento es una magnitud vectorial y que, si el choque es elástico, se conserva también la energía cinética, además de la cantidad de movimiento. En Francia, Edme Mariotte trabajó experimentalmente en esta misma línea, y Leibniz empleó sus resultados, ya que al final de su *Ensayo de Dinámica* afirma que lo que es absorbido por las partículas no se pierde absolutamente en el universo aunque se pierda para la fuerza total de los cuerpos concurrentes. Fue Leibniz quien reconoció que, en el choque de cuerpos inelásticos, la porción de energía (fuerza viva) que aparentemente desaparece no es destruida, sino simplemente distribuida entre las partículas del cuerpo.

En cuanto a su principio de conservación de la fuerza, Leibniz lo perfecciona en su *Monadología*: en el supuesto de que aumentase la fuerza, viniendo desde fuera del universo, las percepciones de las mónadas se volverían más confusas, devolviendo al mundo solo una pequeña cantidad. Y si se perdiese la fuerza, habría más mónadas con percepciones distintas, esto es, más mónadas actuantes entregando esa fuerza supuestamente perdida.

Es interesante señalar, por otra parte, que también Newton, quien en los *Principia* "matematiza" la fuerza, posee sobre ella una idea dubitativa; nos dice que la fuerza de inercia es la *fuerza ínsita*, la cual permanece latente mientras otra fuerza impresa al cuerpo no tienda a modificar la condición de éste. No olvidemos además que, para Newton, el universo no puede ser explicado *únicamente* en términos puramente mecánicos, y concibe al espacio como el *sensorio de Dios* para explicar la interacción entre cuerpos que no se hallan en contacto.

En cuanto a Leibniz, rechaza la acción a distancia de Newton considerándola una mera "fantasía," según Bertrand Russell, haber adoptado esta posición fue lo más pernicioso en la relación de la dinámica de Leibniz con su metafísica. Debido a esta concepción, el impacto directo era la única forma posible de interacción dinámica y requirió por parte de Leibniz (como así también de Huygens) la explicación de los fenómenos gravitatorios con el recurso a un fluido omnipresente de reminiscencias cartesianas. Dice Leibniz que las grandes esferas del sistema solar se atraen entre sí por una impulsión de cuerpos más sutiles. No puede admitir, por tanto, que la atracción sea una propiedad esencial de la materia (carta a Bourget, 1715).

5. Conclusiones

Puede resultar de interés señalar que, como lo recuerda Max Jammer, para Leibniz el concepto cartesiano de materia como simple extensión era inconsistente con el dogma de la transubstanciación. A partir de aquí comienza su ataque a la física cartesiana desde muy joven, e intenta construir, como vimos, una física racional pero basada en principios y entes metafísicos. De alguna manera aparece Leibniz como el continuador de Kepler en tanto trata de encontrar un universo armónico. En su época, y en todo el siglo XVIII, la mayoría de los físicos se remitieron a la mecánica newtoniana entendida al modo *instrumentalista*, renunciando a todo intento de explicación última. Por ello Arana Cañedo Argüelles afirma, en su Estudio preliminar a los *Escritos de Dinámica* de Leibniz, que la dinámica del filósofo alemán permanecerá siempre como un hito fundamental en la construcción de su sistema filosófico, el punto de apoyo que hay que buscar para elevarse de la chata exploración de los fenómenos a la más ambiciosa indagación de los *porqués*. Y si bien Leibniz no consiguió resultados perdurables, tuvo gran originalidad al desarrollar su concepto de fuerza y el tratamiento del mismo. Posteriormente Bosovich (1711-1787) realizaría una integración entre la dinámica de Newton y la de Leibniz, proponiendo un concepto *dual* de fuerza muy cercano a lo que hoy conocemos como *fuerza gravitatoria* por un lado y de *fuerza electromagnética* (para distancias pequeñas) por otro. Por ello Bertrand Russell nos dice que, por haber sido formulada con mayor rigor, la verdadera dinámica leibniziana es la de Bosovich.

Kant, quien también terminaría criticando ideas dinámicas de Leibniz, afirmó cierta vez que el temor a equivocarnos no es una razón para callar. Puesto que ésta fue una actitud constante en Leibniz, las palabras de Kant conforman un homenaje a su gran antecesor, y

en particular a la audacia e imaginación con las que abordó, en el contexto de su época, los problemas centrales de la cosmología

Fuentes consultadas

Aiton, E. (1992) *Leibniz Una biografía* Madrid. Alianza Universidad

Jammer, M. (1957). *Concepts of Force* Harvard University Press.

Leibniz, G W (1991). *Escritos de Dinámica*. Notas y traducción. J Arana Cañedo Arguelles. Madrid : Tecnos.

Luna Alcoba, M. (1992). *La ley de continuidad en Leibniz*. Sevilla. Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Salazar, I (1986) *Leibniz y el concepto de fuerza en el siglo XVII* Sevilla. Publicaciones de la Universidad de Sevilla.