

## *El MJL y la ciencia*

# La paradoja del movimiento

por Rachel Brown

Como joven que ha seguido la corriente de la educación pública, de algún modo quedé ajena por completo a cualquier comprensión de los procesos físicos. Las pruebas con goma de mascar del sexto grado eran divertidas, pero sólo eso. El cultivo de cristales en octavo grado no me parecía diferente de

mezclar ingredientes en la clase de economía hogareña para preparar un pastel. ¿Clase de química? Desarrollé un método sistemático para cumplir con las tareas, pero no un método científico. Para mí, las ecuaciones eran tan imaginarias como las fórmulas que me dieron en álgebra (literalmente, ¿qué era eso de los números “imaginarios”?). En realidad dejé de importarme entonces.

Así que, al embarcarme en la misión de entender el desarrollo de las máquinas movidas por calor, me entusiasmé, pero tenía poca guía. En tal situación, el universo físico es el mejor maestro. Empecé a leer el *Spécimen dinámicum* de 1695, de Godofredo Leibniz; *Reflexiones sobre la fuerza motriz del calor* de 1824, de Sadi Carnot; y el artículo de la revista *21st Century, Science & Technology* (edición de verano de 1997) de Philip Valenti, *Leibniz, Papin, and the Steam Engine* (Leibniz, Papin, y la máquina de vapor). Estos científicos, con excepción de Valenti, no tenían acceso a métodos detallados de observación, y la fuerza motriz del calor, y el movimiento en general, eran poco entendidos. De modo que pensé, con mi muy básico nivel de entendimiento, que de verdad podría ser una transmisora apropiada de este proceso de descubrimiento.

Primero intenté con el *Spécimen dinámicum*, al que no le entendí nada, hasta que experimenté después con los ejemplos de Carnot. Leibniz investiga la naturaleza del movimiento y la materia. ¿La materia está inerte, indiferente al reposo o al movimiento? ¿Tiene una resistencia al movimiento, o una inclinación a moverse?

Leibniz habla de la *fuerza activa* —a la cual también dice que bien puede llamársele *poder*—, que es doble. Esto es, la *fuerza primitiva*, que es inherente a los cuerpos, y que también puede llamarse *alma* o *forma substancial*. No obstante, esta fuerza sólo da cuenta de las causas generales, y no basta para explicar fenómenos específicos. La segunda es la *fuerza derivada*, descrita como el resultado de una colisión de cuerpos impulsados por fuerzas primitivas, la cual uno encuentra en

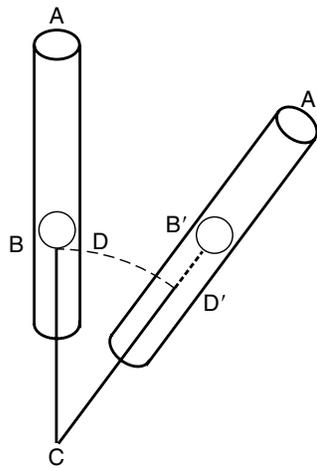


Will Mederski y Rachel Brown hacen una demostración con un pistón a vapor que levanta un galón de agua. (Foto: Riana St. Classis/EIRNS).

FIGURA 1

## La fuerza activa doble de Leibniz

Cuando detienes una pelota (B) con una cuerda dentro de un cilindro, y la sueltas cuando el cilindro gira en un plano, la pelota se moverá hacia el extremo del cilindro (A). Aunque al principio la fuerza centrífuga es pequeña en comparación con la de rotación, ambas se acumulan en lo que Leibniz llama una fuerza doble.



Godofredo Leibniz (1646-1716).

diferentes grados.

Él usa el ejemplo de una pelota en un cilindro (ver **figura 1**). Primero, ponemos la pelota en posición con una cuerda, luego la soltamos al tiempo que el cilindro gira sobre un plano. La pelota avanzará hacia el extremo exterior del cilindro por la fuerza centrífuga. Al comienzo del movimiento de rotación, la fuerza centrífuga que sufre la pelota será muy pequeña en comparación con la fuerza con la que gira sobre el plano (con el movimiento del cilindro).

Sin embargo, dice Leibniz, conforme la fuerza centrífuga continúa, la misma creará un *impulso* en la pelota, demostrando así la fuerza doble; esto es, la acumulación de fuerza centrífuga y la fuerza que sigue el movimiento del cilindro.

En este ejemplo, Leibniz identifica en esta fuerza doble tanto la *fuerza elemental* o *inerte*, en la que el movimiento aún no existe, como la *fuerza viva*, que es la que va aparejada al movimiento real. Así, la *fuerza viva* apunta a un proceso de aceleración, y no a una simple ecuación aritmética.

Leibniz también desapruueba la idea entonces dominante, de que la fuerza de un cuerpo en movimiento la determina la multiplicación de la masa por la velocidad ( $mv$ ). Él usa esta hipótesis errónea en la construcción de una máquina de movimiento perpetuo, para demostrar lo absurda que es. En esencia, su idea es que el trabajo necesario para alzar un cuerpo cualquier distancia tiene que igualar a la *fuerza viva* o energía que emplea a su caída, ni más ni menos.

Los círculos cartesianos dijeron que esto era sólo un asunto de semántica. Leibniz discrepó, demostrando que los objetos (que son sombras de los procesos) en el universo por lo general no corresponden a las matemáticas simples. Incluso reconoció que su momento exacto al escribir está en vía al descubrimiento, como un momento de cambio en un proceso más amplio. Equiparó esa idea del proceso de descubrimiento con la relación que existe entre la fuerza de un objeto en movimiento considerada en un momento particular, y la fuerza del mismo objeto considerada como la suma de las fuerzas

que tenía instantes antes de llegar a dicho momento. De este modo corrigió la expresión para el trabajo realizado por un cuerpo en movimiento, de  $mv$  a  $mv^2$ .

## La física y la metafísica

Leibniz repasa su propio proceso de descubrimiento determinando que, por ejemplo, un cuerpo que choca con otro y lo arrastra junto con él siempre ve disminuída su velocidad a causa del segundo cuerpo, “y que no hay ni más ni menos poder (*potencial*) en un efecto que el que hay en su causa”. Leibniz escribe:

“Por tanto, concluyo de esto que, como no podemos derivar todas las verdades concernientes a las cosas corpóreas sólo de los axiomas lógicos y geométricos, esto es, de lo grande y lo pequeño, del todo y de la parte, de la forma y la posición, y como tenemos que apelar a otros axiomas que pertenecen a la causa y el efecto, a la acción y la posición, en términos de los cuales podemos explicar el orden de las cosas, tenemos que admitir que hay algo metafísico, algo que sólo la mente percibe aparte y por encima de lo que es puramente matemático y sujeto de la imaginación, y tenemos que añadirle a la masa material cierto principio superior y, por así decirlo, formal. El que llamemos a este principio *forma*, o *entelequia*, o *fuerza*, no importa, siempre y cuando recordemos que sólo puede explicarse mediante la noción de fuerzas”.

Añade en un pie de página: “Para propósitos prácticos, basta con que investiguemos no tanto el tema del movimiento como los cambios relativos de las cosas entre sí, pues no hay punto fijo en el universo”.

Esta idea es la clave. Cuando una persona muere, en un momento está viva y en el siguiente no. Pero, ¿hay un momento intermedio en el que está viva y muerta? Si no, hay una brecha de una cosa a la otra, sin paso intermedio, lo cual es imposible. Pero, ¿cómo podría haber un momento tal en el que uno esté vivo y muerto al mismo tiempo? Así que es paradójico; el movimiento mismo es paradójico.

De forma parecida, cuando un objeto se aproxima a otro, ¿en qué momento deja de estar lejos de él, para estar cerca? ¿Es el punto intermedio? ¿Cuál? ¿Qué tan pequeño es? De ahí, Leibniz concluye en su *Diálogo sobre la continuidad y el movimiento: Pacidio y Filaletes*, que la forma de definir el movimiento es el *cambio*.

¡Pero aun el cambio mismo está cambiando! Es como reconocer que un planeta nunca sigue la misma órbita dos veces, o tratar de entender la raíz cuadrada de 2 en términos matemáticos, y no geométricos. En términos geométricos, puedes construirla muy fácilmente en una hoja de papel. Sin embargo, con las matemáticas tratas de representar este “número”, y cada vez que pretendes terminar de definirlo, ¡se aleja un paso más!

De modo que el movimiento no tiene que ser algo tan simple como la materia, siguiendo reglas lineales. Y la materia tampoco tiene que ser tan simple.

### La máquina de vapor de Papin

Leibniz, de estudiante, asistió a la recién fundada Academia Francesa de Ciencias con un condiscípulo, Denis Papin, alumno patrocinado por madame Huygens, esposa de un fundador de la Academia, el científico holandés Christiaan Huygens. Huygens ponía de relieve en el programa original el desarrollo de tecnologías basadas en la combustión de pólvora, o el poder del calor. Esto era considerado inútil para la economía, pues la mayoría de la población trabajaba en labores manuales, dedicando la mayor parte de su tiempo a su propia manutención y a la de sus familias.

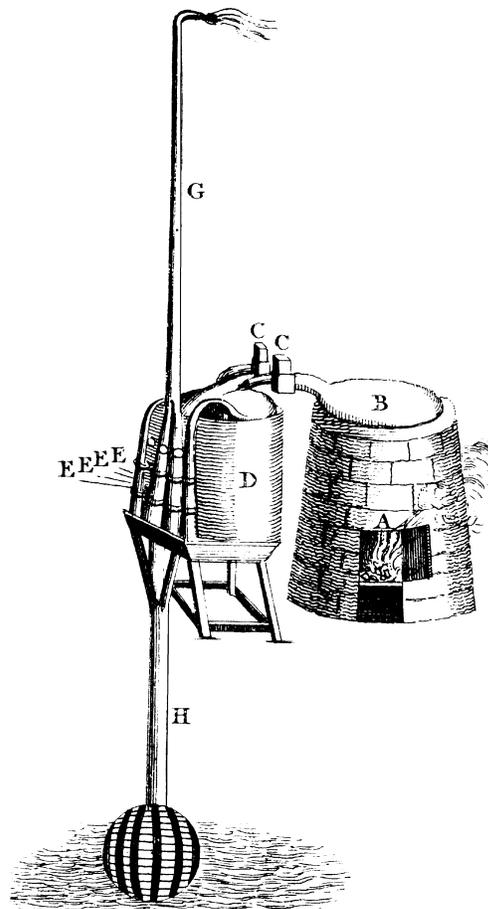
Aunque, por la inestabilidad política de la época en Europa, Leibniz tuvo que dejar París y tomar un puesto de bibliotecario en Hannover, y Papin viajó a Londres, ellos siguieron escribiéndose, con la idea de que bien valía la pena el esfuerzo de desarrollar esta tecnología, pues tenía el potencial de usarse para impulsar vehículos, en especial barcos.

Ellos hicieron varios avances, uno basado en la refutación del funcionamiento de la primera máquina de vapor patentada, la de Thomas Savery en 1699, cuyo diseño los ingleses guardaron como un secreto de Estado (ver **figura 2**). No obstante, Leibniz consiguió en 1704 una descripción de la misma y, con Papin, concluyó que el diseño estaba basado en principios que ellos ya habían concluido eran erróneos (y tenían razón, pues al llevarlo a la escala natural el diseño de Savery no funcionó).

El diseño de Savery usaba un solo cilindro o cámara, lo que significaba que el calentamiento y el enfriamiento tenían lugar en el mismo recipiente. Esto, determinaron, llevaba a una gran pérdida de la fuerza motriz del calor, pues todo cambio de temperatura causa un movimiento que debe encausarse. Tampoco tenía ningún pistón, sólo vapor trabajando de forma directa en empujar el agua fría por un tubo, del modo que un caballo traza un surco. Sin una sustancia intermedia, el vapor empezaba a condensarse tan pronto tocaba el agua fría, perdiéndose una gran cantidad de calor ahí también.

FIGURA 2

### Diseño de 1699 de la máquina de vapor de Savery

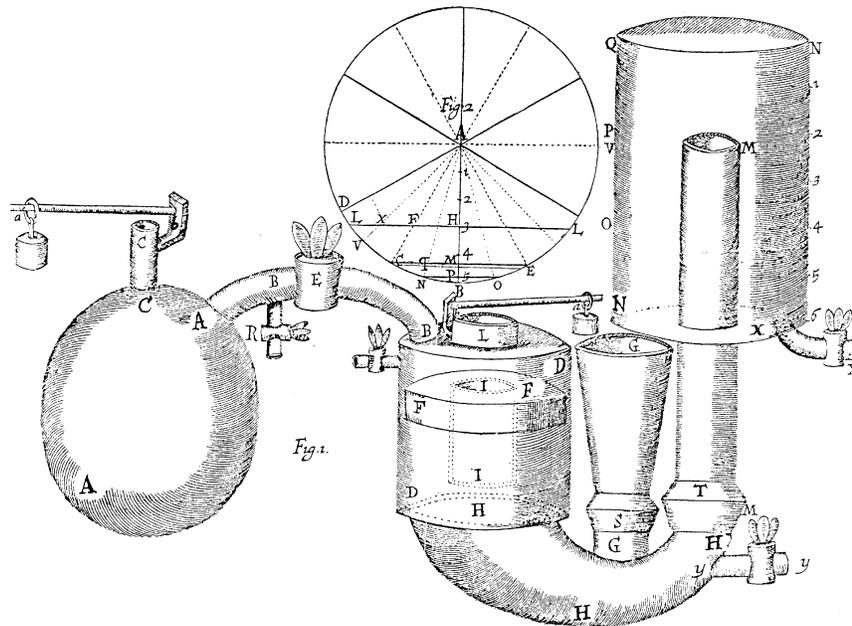


*El Parlamento inglés le concedió a Thomas Savery una patente exclusiva por todas las “máquinas a fuego” concebibles, a pesar de que su diseño a escala natural no funcionó. La máquina de Savery usaba un solo cilindro (tanto para calentar como para enfriar), sin ningún pistón, de ahí que sufriera de una gran pérdida de calor.*

Para 1707, Papin desarrolló con éxito la primera máquina de vapor usando un pistón. La fuerza motriz no está limitada a la de la *succión* del pistón, que resulta en la condensación, sino que, con el invento de Papin de una válvula de seguridad, genera una gran presión en la caldera. Al liberarse, el vapor empuja un pistón moviendo el agua fría a una segunda cámara, la cual puede generar presión de nuevo, y liberarla a otra válvula para alimentar una turbina hidráulica (ver **figura 3**).

Gran descubrimiento, ¿no? ¡Qué ayuda para la sociedad! Pero, como un descubrimiento representa un mayor poder de la humanidad sobre el universo, hubo quienes quisieron eliminarlo. En un viaje que hizo en su recién inventado barco

FIGURA 3



Papin desarrolló la primera máquina de vapor funcional usando un pistón. Inventó una válvula de seguridad (ab) que libera el exceso de vapor (C), manteniendo la presión del vapor en la caldera (AA). Cuando el vapor de la caldera se libera a través del espiche (E), el vapor avanza hacia el cilindro (II). La abertura (L) y el receptáculo (II) están diseñados para permitir el paso de hierros candentes, a fin de aumentar el efecto de calentamiento del vapor. La presión en este cilindro la controla una segunda válvula de seguridad (ab).

El vapor en expansión actúa de forma indirecta sobre el agua fría vía el pistón en forma de disco (FF), que está diseñado para que el lado del vapor sea caliente y el opuesto relativamente frío. La acción del vapor sobre el pistón empuja el agua por (H), y la lleva hasta la válvula (T), al recipiente cerrado (NN). Al tiempo que la compresión del aire (NN) aumenta, la válvula al extremo inferior derecho del recipiente se abre, permitiendo la salida del agua a presión a través del tubo (XX). Así, este flujo de agua a alta velocidad hace girar la rueda de paletas diseñada por Papin.

de rueda de paletas (para instalarle su máquina de vapor en Londres), a Papin lo detuvo en Munden un gremio de armadores de barcos, ¡quienes le robaron su bote! Sin desalentarse, Papin continuó su viaje a Londres para presentarle su descubrimiento a la Real Academia, dirigida entonces por su presidente vitalicio Isaac Newton.

Papin presentó su diseño y pidió apoyo financiero para construir la máquina, sólo para que se lo negaran. Según las *Transactions of the Newcomen Society* (Actas de la Sociedad Newcomen), Savery lo denunció diciendo que un cilindro y un pistón nunca funcionarían, “porque la fricción sería demasiada”, y que ¡Newton dijo que costaría demasiado!

Papin le envió seis documentos más a la Sociedad, pero en su última carta conocida planteó la queja de que no presentaron ninguno de ellos en su nombre. En 1712, Papin falleció, sin que siquiera publicaran un obituario. Luego, ese mismo

año, Thomas Newcomen, quien nunca escribió nada al respecto, publicó el diseño de una máquina de vapor, aunque muy inferior.

## Carnot y la termodinámica

Avancemos un siglo, a 1824. Sadi Carnot, hijo del genio militar Lázaro Carnot, publica un *Tratado sobre la fuerza motriz del calor*. Al igual que Leibniz, Carnot insiste que esta fuerza es independiente de cualquier medio, y dice que es sólo a través de la relación y la acción ejercida entre dos extremos, que el movimiento es generado. Este proceso de movimiento viene de dos condiciones cambiantes. Este cambio puede ser el de dos condiciones opuestas cualquiera en la misma multiplicidad, no sólo de temperatura, sino también de números, por decir, de 3 a 39. No puedes sólo saltar allí e ignorar lo que sea que exista en medio. O intenta con el proceso que va del azul al rojo. Tendrás que pasar por el morado: habrá un proceso de transformación.

Carnot compara el “flujo calórico” (de calor) con una cascada cuya fuerza está determinada por su altura, su cantidad de agua y la máquina que aprovecha su movimiento. La fuerza calórica, dice, está determinada por la diferencia entre las dos temperaturas, y por la sustancia usada para transferir el calor. Él presenta la teoría de que el calor siempre tratará de alcanzar el equilibrio y, a causa de la fricción de la máquina, siempre habrá pérdida de calor. De esto obtienes la llamada segunda ley de la termodinámica, que no toma en cuenta la naturaleza de autodesarrollo del universo, la cual (no te asustes por ahora) explicaré más adelante.

Como con el documento de Leibniz, entendí poco el de Carnot cuando lo leí por primera vez. Pero hice varios experimentos simples que me ayudaron.

Como con el documento de Leibniz, entendí poco el de Carnot cuando lo leí por primera vez. Pero hice varios experimentos simples que me ayudaron.

## Algunos de los experimentos

Primero, llenamos un globo con aire y lo pusimos en el congelador. ¡Lo sorprendente fue el encogimiento del globo! Luego pusimos una botella con agua y con un globo en la punta dentro de una olla de agua hirviendo. El globo empezó a expandirse al calentarse, y a encogerse al retirarse el calor. Una lata de aluminio funcionó aún más rápido, pues el globo era succionado casi de forma instantánea por la lata al pasarse del fuego al agua fría.



Sadi Carnot  
(1796–1832).

Bueno, esto podrá parecerle poco, lector, pero para mí fue abrir una puerta al descubrimiento. Cuando trabajé con estos principios, ¡pude de hecho producir resultados, y saber que funcionarían! Esto es lo que Leibniz y Papin hacían; aunque yo tuve la ventaja adicional de poder leer sus trabajos, y de reproducir sus descubrimientos por mí misma, lo cual de veras te lleva a esta característica interesante del universo, a este progreso constante.

Leibniz, gracias al descubrimiento de Johannes Kepler del ordenamiento armónico del sistema solar, no veía los *objetos*, sino los *principios ordenadores invisibles del movimiento de los objetos*. Papin trabajó con estos mismos principios, hizo un descubrimiento, estableció la tecnología con la cual manifestarlo, e intentó aplicarlo en la sociedad. Casi un siglo después, Carnot retomó el hilo y lo desarrolló. La unión de estos descubrimientos sucesivos mejoró el estado de la humanidad.

Así, “la naturaleza”, como existía, desplegaba ciertos principios, este movimiento de las nubes, del agua y otros. Representaban un rompecabezas para el hombre, quien, al observar la paradojas en las pautas de la percepción sensorial, y al actuar en base a una hipótesis de algo inobservable, hace un descubrimiento validable para cambiar de hecho el universo y la relación de nuestra especie con él. No, este descubrimiento no sólo nos permite entender este principio, como si tuviéramos la suerte de que los secretos de “la naturaleza” nos sean revelados. El principio que ordena el universo es uno cognoscitivo: estamos incluidos. Uno no debe preguntar: “¿Qué efecto tiene la humanidad sobre el universo?” Sino: “¿Cuál es la naturaleza del universo que ha creado humanidad?”

### La función de la creatividad humana

De regreso a la economía, la ciencia y cualquier cosa que espera tener un efecto deseable y conocible sobre el universo, uno tiene que abordarlas desde la perspectiva parti-

## El descubrimiento científico y la supervivencia humana

¿Es la tecnología el cáncer de la Tierra? ¿Acaso la revolución industrial representa una mancha negra en la historia de los Estados Unidos?

Bueno, si pretendes destruir la salubridad pública, el pan de barra y los aparatos de rayos x, esto sería típico de tu perspectiva del mundo. El Movimiento de Juventudes Larouchistas internacional es una academia de pensadores renacentistas, quienes están dispuestos a probar lo contrario.

En Seattle, en el estado de Washington, un equipo de cinco miembros de la Juventud Larouchista se dispusieron a explorar un concepto fundamental de las ideas económicas de LaRouche: cómo el descubrimiento de un principio físico universal se materializa en tecnología. Aquí presentamos una de cuatro discusiones pedagógicas que resumen el trabajo de este equipo, el cual fue presentado en abril de 2004 en una escuela de cuadros del Movimiento de Juventudes Larouchistas en Seattle [las otras tres las publicaremos en números próximos de *Resumen ejecutivo*—Ndr.].

—Rachel Brown.

cular y veraz que Lyndon LaRouche expone en su libro, *Proyecto A*:

“La eficiencia de la razón creadora se representa, en primera instancia, por la naturaleza de la conexión de cada individuo aislado, que realiza razonamiento creador en nuestra sociedad en el presente con el pasado, el presente, y el futuro, tal y como lo he indicado anteriormente. Eso demuestra que la relación causal es la naturaleza de la relación eficiente entre el razonamiento creador y el universo. Es decir, el razonamiento creador individual y el universo. Esto nos da el mapa”.

Los seres humanos tenemos una función única y conocida en el universo. Hacemos descubrimientos de principios invisibles, trabajamos en aplicar esos descubrimientos a fin de beneficiar las vidas de las generaciones futuras a las que nunca “conoceremos”, y luchamos por formar gobiernos y economías que nutran esta cualidad. Estos principios, aunque no siempre aplicados, son las ideas establecidas en la Declaración de Independencia y en el preámbulo de la Constitución estadounidenses, y ése es el significado de “la búsqueda de la felicidad”, en el sentido leibniziano, que fue su propósito. Buscar la felicidad es buscar la verdad, el medio entre el hombre y la creación, lo finito y lo infinito; la razón creativa.