



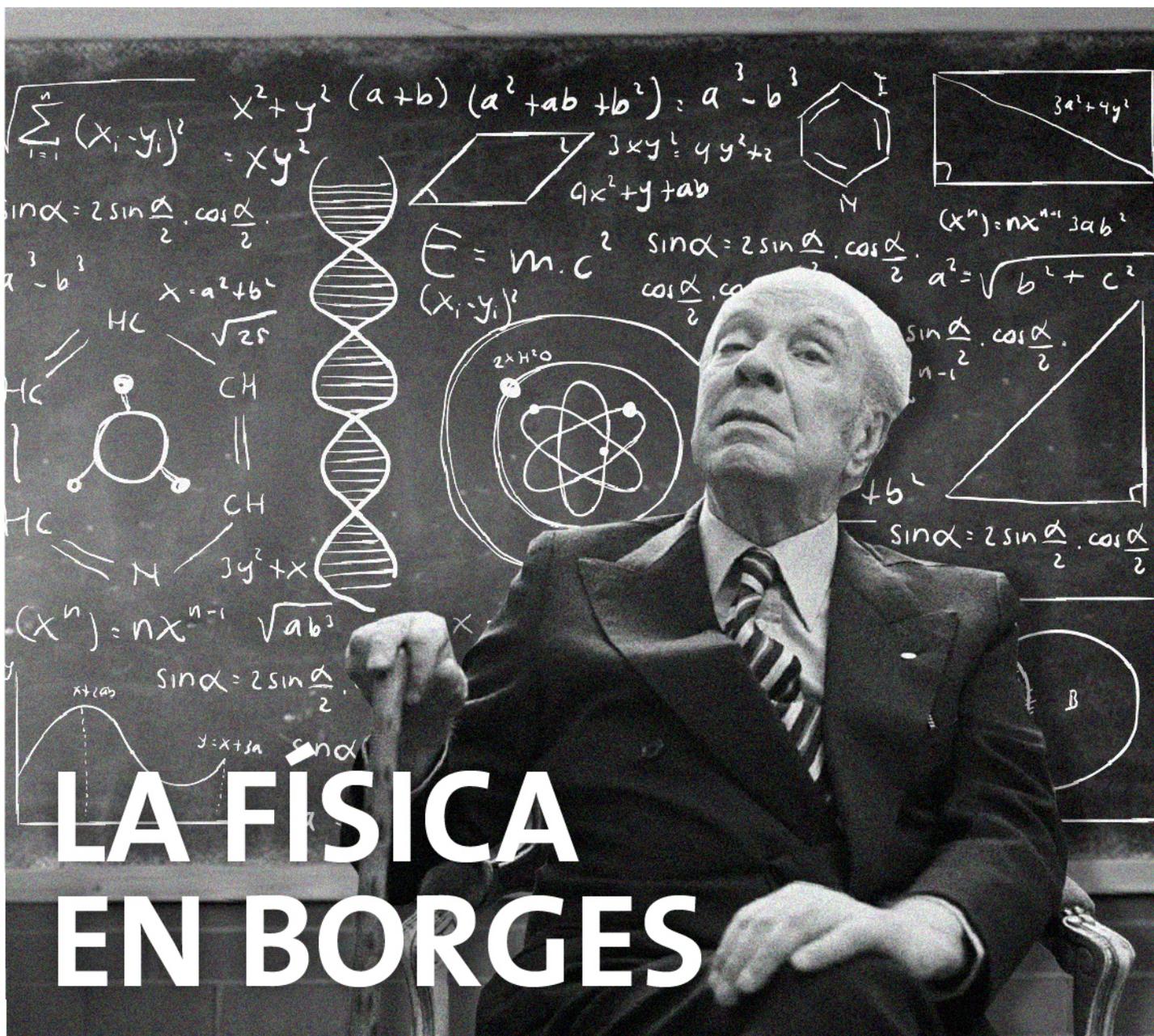
UNNOBA

# NÚCLEOS

Revista científica

# 11

DICIEMBRE 2024



## LA FÍSICA EN BORGES

**LA INUNDACIÓN  
DEL 2 DE ABRIL DE 2013  
EN LA REGIÓN CAPITAL  
DE LA PROVINCIA  
DE BUENOS AIRES**

MARCELO RASTELLI

**LA PRUEBA  
DE LA POSESIÓN  
Y LA PRESCRIPCIÓN  
ADQUISITIVA CON  
ESPECIAL REFERENCIA  
A LA INTERVERSIÓN  
DE TÍTULO**

MARÍA BELÉN VETTESE

**PROMOCIÓN  
DE LA CULTURA  
CIENTÍFICA: CAMPO  
DE TEORÍAS,  
PRÁCTICAS  
Y HORIZONTES  
POLÍTICO-SOCIALES**

CONSTANZA PEDERSOLI  
MARIANA SANMARTINO  
JAVIER GARCIA DE SOUZA

## Autoridades Académicas

*Rector: Dr. Guillermo R. Tamarit*

*Vicerrectora: Mg. Danya V. Tavela*

*Guardasellos: Ing. Luis J. Lima*

*Secretaria Académica: TP. Pilar Traverso*

*Secretaria de Investigación, Desarrollo y Transferencia: Dra. Carolina Cristina*

*Secretario de Extensión: Lic. Juan Pablo Itoiz*

*Secretario General: Cdora. Mariana Passarello*

*Secretaria Económico Financiera: Cdora. Mariela García*

*Secretaria de Cultura: Lic. Laura Durán*

*Secretario de Relaciones Institucionales: Cdor. Martín Palma*

*Directora Centro de Edición y Diseño: Mg. Ma. de las Mercedes Filpe*

Director de la Revista

**Dr. Ángel L. Plastino**

### Edita



CEDI Centro de Edición y Diseño. UNNOBA  
Callao 289 3.º piso, CP.1022  
Tel 54 11 53531520. Ciudad Autónoma  
de Buenos Aires, Argentina

### Diseño y diagramación

CEDI Centro de Edición y Diseño

Año 7 N.º 9

Julio de 2021

Publicación semestral

ISSN 2408-4492

Queda hecho el depósito  
que marca la ley 11723

### Sede Junín

Libertad 555, CP.6000

Tel 54 236 4407750

Junín, prov. de Buenos Aires, Argentina

### Sede Pergamino

Monteagudo 2772, CP. 2700

Tel 54 2477 409500.

Pergamino, prov. de Buenos Aires,

Argentina

*Se invita a potenciales colaboradores  
a remitir sus trabajos al CEDI  
(cedi@unnoba.edu.ar)*



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento -  
NoComercial - SinObraDerivada 4.0 Internacional.

**RESUMEN:** Los desarrollos de la física ocurridos desde mediados del siglo XIX hasta el presente han sido tomados por la literatura, el cine y otras artes como parte de sus temáticas. En la literatura, los avances científicos de los últimos 150 años han inspirado textos memorables hoy considerados clásicos. Autores como Thomas Mann y Robert Musil, dentro de la tradición germana, no dejaron fuera de sus obras a este vínculo entre literatura y ciencia. Otro tanto ocurrió en la literatura de raíz inglesa. En este artículo, analizamos la presencia de temas de física en la literatura en lengua española, centrándonos mayormente en J. L. Borges. A lo largo del texto discutimos temáticas centrales para la física clásica y cuántica, que directa o indirectamente fueron tratadas en algunas obras del autor de “El Aleph”. También se mencionan ejemplos de otros autores que se sintieron seducidos por el tratamiento de temas de física en sus obras.

**PALABRAS CLAVE:** FÍSICA,  
LITERATURA, J. L. BORGES

# LA FÍSICA EN BORGES

**ABSTRACT:** Massive stars are of fundamental importance in the Universe. They are fascinating objects, but they are also the only ones (as far as we know) capable of producing the atoms that make up all living things. Oxygen in water, phosphorus in nucleic acids, calcium in bones, and sodium, which is involved in cell metabolism and muscle contraction, were all created in massive stars. Without massive stars, life could not exist as we know it. In this article, we will try to explain how these chemical elements are formed and then released into the interstellar medium, where other stars, their planetary systems, and, eventually, living organisms, human beings and even astronomers, are born. And how can astronomers claim that we all have within us a little of a massive star.

**KEYWORDS:** PHYSICS,  
LITERATURA, J. L. BORGES

## PEDRO LAMBERTI

ES PROFESOR TITULAR DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA E INVESTIGADOR PRINCIPAL DEL CONICET. A LO LARGO DE SU TRAYECTORIA PROFESIONAL, HA REALIZADO INVESTIGACIONES EN RELATIVIDAD GENERAL, FÍSICA MATEMÁTICA, INFORMACIÓN CUÁNTICA E HISTORIA DE LA FÍSICA.

En historia de las ciencias se suele recurrir a la idea de *revoluciones olvidadas*. Con esto se hace referencia a descubrimientos y desarrollos que vienen desde la antigüedad más remota y que fueron redescubiertos en épocas modernas. Sin embargo, desde mediados del siglo XIX, las ciencias —y, en particular, la física— han tenido avances sorprendentes que, en el caso de esta última, han hecho resquebrajar los cimientos de conceptos filosóficos tales como el movimiento, el tiempo y el espacio. Estas revoluciones científicas no tardaron en ser asimiladas por la cultura, ya sea a través de la literatura como de otras expresiones artísticas. En esta nota me ocupo de varias referencias a estos desarrollos científicos en las obras de algunos escritores argentinos, de entre los cuales Jorge L. Borges es, a mi entender, el más significativo. Por una cuestión de longitud nos restringimos a la física. No obstante, es justo reconocer que ese traspaso de la ciencia a otros ámbitos de la cultura se dio no solo en autores vernáculos, sino en los de muchos países y en relación con otras disciplinas científicas, como la biología y la revolución darwiniana.

A mediados del siglo XIX, el físico alemán Rudolf Clausius introdujo el concepto de *entropía* y por su intermedio la formulación de la segunda ley de la termodinámica. La primera ley de la termodinámica había sido formulada años antes y dice que la energía se conserva. En cambio, la segunda ley indica cómo el flujo de energía, en sus diversas formas, ocurre. La evidencia cotidiana más fácilmente observable de esta ley es que el calor fluye de las regiones más calientes a las más frías, mientras que, para lograr el proceso inverso, debemos realizar trabajo.<sup>1</sup>

La física del siglo XIX estaba atravesada por el prejuicio de que toda ley física debía poder describirse en términos mecánicos. Esto estaba parcialmente justificado por el éxito que habían mostrado los desarrollos de Isaac Newton en el siglo XVII. Este reduccionismo mecanicista se manifestó en el electromagnetismo (que estaba en pleno desarrollo) y en la termodinámica. La primera ley de la termodinámica pudo deducirse de las leyes de la mecánica; en cambio, la segunda ley no resultaba deducible en términos mecánicos. Tras los fracasos que encontraron esos intentos, el físico austríaco Ludwig Boltzmann formuló la segunda ley de la termodinámica en términos moleculares y usando técnicas estadísticas como una consecuencia de las colisiones entre esas moléculas. Esta representación conllevaba la idea de una degradación del orden en desorden. Se especuló que esa degradación no solo ocurriría quizás al estudiar los fenómenos termodinámicos, sino también al analizar las relaciones sociales. “Nada perdura por siempre”, ni siquiera los grandes imperios, lo cual pegaba de lleno al Imperio austrohúngaro, tambaleante en los años de Boltzmann. Pero vayamos a Borges y a cómo él describe las leyes de la termodinámica.

La primera ley de la termodinámica declara que la energía del universo es constante; la segunda, que esa energía propende a la incomunicación, al desorden, aunque la cantidad total no decrece. Esa gradual desintegración de las fuerzas que componen el universo es la entropía. Una vez alcanzado el máximo de entropía, una vez igualadas las diversas temperaturas, una vez excluida (o compensada) toda acción de un cuerpo sobre otro, el mundo será un fortuito concurso de átomos. En el centro profundo de las estrellas, ese difícil y mortal equilibrio ha sido logrado. A fuerza de intercambios el universo entero lo alcanzará, y estará tibio y muerto. La luz se va perdiendo en calor; el universo, minuto por minuto, se hace invisible. Se hace más liviano también. Alguna vez, ya no será más que calor: calor equilibrado, inmóvil, igual. Entonces habrá muerto (Borges, J. L., 1936/1974, p. 391).

Aquí Borges no solo es notablemente preciso, sino que avanza en una de las consecuencias más inquietantes de la segunda ley: **la muerte térmica del universo**.<sup>2</sup> Esa idea floreció en muchas novelas distópicas y también fue tema de muchos artículos de divulgación científica de finales del siglo XIX<sup>3</sup> y comienzos del XX<sup>4</sup>. El escritor español conocido como Azorín (José Martínez Ruiz) en su novela *La voluntad* (1902) recurre a las leyes de la termodinámica para dar una visión pesimista sobre el significado de la vida. El protagonista se pregunta:

¡Esta vida es una cosa absurda! ¿Cuál es la causa final de la vida? No lo sabemos: unos hombres vienen después de otros hombres sobre un pedazo de materia que se llama mundo. Luego el mundo se hace inhabitable y los hombres perecen; más tarde los átomos se combinan de otra manera y dan nacimiento a

un mundo flamante. ¿Y así hasta lo infinito? Parece ser que no; un físico alemán —porque los alemanes son los que saben estas cosas— opina que la materia perderá al final su energía potencial y quedará inservible para nuevas transmutaciones. ¡Digno remate! ¡Espectáculo sorprendente! La materia gastada de tanta muchedumbre de mundos permanecerá —¿dónde?— como un inmenso montón de escombros... Y esta hipótesis —digna de ser axioma— que se llama la entropía del universo, al fin, es un consuelo; es promesa, un poco larga, ¡ay!, del reposo del todo, de la muerte de Todo (1965, p. 226).

Ambos escritos, el de Borges y el de Azorín, son muestras del debate cosmológico-teológico-social que la segunda ley de la termodinámica había iniciado.

El interés de Borges por estos temas se extiende a lo largo de toda su obra literaria, incluso en su etapa tardía, como queda de manifiesto en su cuento “Tigres azules”, en el que se plantea la relación entre orden y caos. Más concretamente intenta avanzar en una respuesta a la pregunta ¿cómo pudo surgir el orden del caos?

La percepción que muchos científicos tenían de la física de finales del siglo XIX era que sus grandes problemas estaban resueltos y que solo quedaban por entender algunos pequeños asuntos. Lo que vino a continuación dejó en claro lo equivocada que estaba esa percepción. En 1900 Max Planck introdujo la idea del *cuanto de energía* (con el propósito de resolver el problema de la radiación del cuerpo negro) y, solo un lustro después, A. Einstein irrumpe de manera sensacional en la historia de la física, modificando las ideas arraigadas durante siglos sobre el tiempo, el espacio, la energía y la materia.

Vamos a Borges nuevamente. En una entrevista concedida a W. Barnstone en la Universidad de Chicago (marzo 1980), el autor de “El Aleph” dice:

Creo que el tiempo es el misterio esencial. Otras cosas son quizá misteriosas, pero no el espacio, el espacio no tiene importancia. Uno puede imaginar un universo sin espacio, por ejemplo, un universo hecho de música... El problema del tiempo está relacionado con el problema del yo, ya que, al fin de cuentas, ¿qué es el yo? El yo es el pasado, el presente, y también la expectativa del futuro, del tiempo por venir (Borges, 1980/2021).

No es esta la primera vez que Borges lo dice. En “There Are More Things”, hace decir al protagonista:

Repetidas veces me dije que no hay otro enigma que el tiempo, esa infinita urdimbre del ayer, del hoy, del porvenir, del siempre y del nunca (1975/1989, p. 36).

Borges muestra varias “obsesiones” en sus escritos. Una es la valentía (o cobardía), otra es el tiempo y el destino. El poema “Milonga de los morenos” se cierra con el verso “el tiempo, que es el olvido” (1965/1974, p. 965) y también reflexiona sobre lo eterno cuando dice “La eternidad está en las cosas/Del tiempo que son formas presurosas” (“Al hijo”, Borges, 1964/1974 p. 948). En “Para una versión del ‘I King’” (1976) expresa:

El porvenir es tan irrevocable  
como el rígido ayer. No hay una cosa  
que no sea una letra silenciosa  
de la eterna escritura indescifrable  
cuyo libro es el tiempo. Quien se aleja  
de su casa ya ha vuelto. Nuestra vida  
es la senda futura y recorrida.  
El rigor ha tejido la madeja...

Pero más importante para nosotros son las referencias que Borges hace sobre el tiempo físico. En una entrevista dada a Alberto Coffa en la Universidad de Indiana (Estados Unidos), en abril de 1980, dice: “Tennyson se refería, creo yo, al tiempo newtoniano, al *tempus* absoluto”.<sup>5</sup>

En su cuento “El jardín de senderos que se bifurcan”, de 1941, Borges también menciona el tiempo newtoniano:

He confrontado centenares de manuscritos, he corregido los errores que la negligencia de los copistas ha introducido, he conjeturado el plan de ese caos, he restablecido, he creído restablecer, el orden primordial, he traducido la obra entera: me consta que no emplea una sola vez la palabra tiempo. La explicación es obvia: El jardín de senderos que se bifurcan es una imagen incompleta, pero no falsa, del universo tal como lo concebía Ts'ui Pên. A diferencia de Newton y de Schopenhauer, su antepasado no creía en un tiempo uniforme, absoluto. Creía en infinitas series de tiempos, en una red creciente y vertiginosa de tiempos divergentes, convergentes y paralelos. Esa trama de tiempos que se aproximan, se bifurcan, se cortan o que secularmente se ignoran, abarca todas las posibilidades. No existimos en la mayoría de esos tiempos; en algunos existe usted y no yo; en otros, yo, no usted; en otros, los dos. En éste, que un favorable azar me depara, usted ha llegado a mi casa; en otro, usted, al atravesar el jardín, me ha encontrado muerto; en otro, yo digo estas mismas palabras, pero soy un error, un fantasma (1974, p. 479). (El énfasis es nuestro).

No es casual que Borges mencionara a Schopenhauer, pues era un admirador de su filosofía, a tal punto de afirmar que ese era el único sistema filosófico que merecía permanecer. En *El mundo como voluntad y representación*, el autor alemán afirma que “la materia es la unión del espacio con el tiempo, que en realidad es coexistencia de lo posible y esta posibilidad conlleva a la duración”.

Pero volvamos a la física y analicemos un poco qué se entiende por tiempo newtoniano. Desde el punto de vista histórico, la física trató de poner en términos más precisos el concepto cotidiano de tiempo. Un paso previo fue el concepto filosófico de tiempo, que fue analizado tempranamente por el mundo griego. Aristóteles había definido el tiempo como “el número del movimiento, según el antes y el después”. Para él, el tiempo está ligado al movimiento, en un sentido general de cambio (no solo de lugar). Este tiempo fue elaborándose matemáticamente hasta llegar al tiempo de Newton. El autor de los *Principia* lo define así: “El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí y por su propia naturaleza sin relación a nada externo fluye uniformemente, y se dice con otro nombre ‘duración’” (. A continuación, dedica un párrafo al espacio absoluto. Tanto uno como el otro son conceptos que perduran en la física hasta el advenimiento de la relatividad einsteiniana, en la cual ni el tiempo ni el espacio son absolutos, y una nueva entidad, el *espaciotiempo*, emerge.

En relatividad, tanto el tiempo como el espacio no son absolutos, en cuanto dependen del observador. En cierta forma son conceptos “elásticos” y, así, los intervalos entre sucesos y las longitudes de los cuerpos dependen del estado de movimiento de un observador. Esto conduce a la demolición del concepto de simultaneidad. Eventos simultáneos para un observador no lo son para otro. Pero la revolución relativista no acaba aquí. En su teoría general de la relatividad Einstein concluye que la geometría del espaciotiempo depende de la distribución de materia y energía. Lo que llamamos gravedad es una manifestación de esa deformación espaciotemporal.

En 1921, Leopoldo Lugones escribe un opúsculo con el sugestivo título “El tamaño del espacio”. En él, el autor de *La guerra gaucha* intenta popularizar las ideas de Einstein, además de introducir algunas propias que, en palabras del propio Einstein, eran “un poco nebulosas”. Pero aprovechemos a Lugones para comentar la dedicatoria que le hace Borges en el prólogo de *El hacedor*:

Los rumores de la plaza quedan atrás y entro en la Biblioteca. De una manera casi física siento la gravitación de los libros, el ámbito sereno de un orden, el tiempo disecado y conservado mágicamente. A izquierda y a derecha, absortos en su lúcido sueño, se perfilan los rostros momentáneos de los lectores, a la luz de las lámparas estudiantinas, como en la hipálage de Milton (1960/1974, pp. 779).

“La gravitación de los libros [...] el tiempo disecado”: curiosa asociación la de Borges.

Es importante remarcar que el espaciotiempo es un ente matemático en el cual el espacio y el tiempo se unen en una trama única. Tiene cuatro dimensiones: tres espaciales y una dimensión temporal. Pero dentro de la teoría de cuerdas —que busca una descripción de la gravitación en un contexto cuántico— se ha sugerido que el espaciotiempo podría tener más de cuatro dimensiones. En este punto volvamos a “There Are More Things”, donde el protagonista expresa:<sup>6</sup>

Años después me prestaría los tratados de Hinton, que quiere demostrar la realidad de una cuarta dimensión del espacio, que el lector puede intuir mediante complicados ejercicios con cubos de colores (1975/1989, p. 33).

Para concluir volvamos a “El jardín de senderos que se bifurcan”. Este cuento se ha analizado muchas veces a la luz de la mecánica cuántica. Para entender esa asociación, comentemos algunas ideas básicas de esta teoría. A diferencia de la mecánica clásica, en la que una partícula queda descrita por su posición y su velocidad (y que, con los instrumentos adecuados, podemos medir con toda la precisión deseada), en mecánica cuántica una partícula queda descrita por una función (función de onda) que nos da la probabilidad de que la partícula se encuentre en tal lugar (o que tenga tal o cual propiedad). Además, en mecánica cuántica el observador tiene un rol totalmente distinto al que desempeña en el contexto clásico. Las partículas dejan de tener propiedades objetivas y así el realismo (en un sentido filosófico) se hace trizas.

Toda teoría física tiene aspectos cinemáticos (relaciones entre los diferentes objetos de la teoría) y dinámicos (cómo esos objetos evolucionan). En el caso de la teoría cuántica, la dinámica está dada por la ecuación de Schrödinger, que indica cómo la función de onda cambiará con el tiempo. En ese sentido, es una teoría determinista. El problema es que ese elegante contexto matemático parece contradecir lo que ocurre cuando un observador quiere medir (por medio de un instrumento) un objeto tal como un electrón. En el instante de la medición todos los posibles resultados compatibles con la distribución de probabilidades dada por la función de onda colapsan a un único valor de entre todos los posibles resultados. Este colapso no surge de la ecuación de Schrödinger. Los padres fundadores de la teoría cuántica, N. Bohr, y W. Heisenberg, entre otros, aceptaron en cierta forma que era necesario desdoblar la descripción del mundo. Por un lado, los objetos atómicos descritos por la mecánica cuántica y, por el otro, el observador descrito en un marco clásico. Esta es la esencia de lo que se conoce como la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica.

En 1957, el físico estadounidense Hugh Everett publicó una versión alternativa de la teoría. Su enfoque era incorporar “ambos mundos”: el microscópico de las partículas elementales y el macroscópico del observador, pasando a ser este parte integral del sistema observado. De este modo, introdujo una función de onda universal que describe tanto al objeto cuántico como al observador. Esto requiere responder a la cuestión de cómo funciona la ecuación de Schrödinger cuando se aplica al todo, objeto observado y observador. Entonces, la cuestión a responder es ¿cómo luce el mundo bajo esta premisa? Everett notó que, según esas suposiciones, la función de onda de un observador debería bifurcarse en cada interacción con el objeto. Por ello, la función de onda universal debería contener todas las alternativas y configurar una superposición de objetos. Cada una de estas ramas debe tener una copia del observador. La ecuación de Schrödinger evita que cada una de esas ramas influya en las otras. Así, cada rama produce un futuro diferente, independiente de los otros.

Personalmente, y espero que el lector de estas líneas lo comparta, me resulta imposible no ver en el párrafo de “El Jardín de senderos que se bifurcan” una descripción de la teoría de los muchos mundos de Everett. Maravilla más cuando tenemos en cuenta que Borges lo escribió diecisiete años antes de que el físico estadounidense presentara sus ideas.

Como se ha dicho, la física del siglo XX impactó en la cultura a través de obras literarias, teatrales y cinematográficas. La física del siglo XXI promete que nos asombrará aún más con sus desarrollos. Este escrito surge de una asociación caprichosa de escritos de Borges en donde entiendo que hay alguna conexión con la física como disciplina. Seguramente para algunos lectores todo esto requiere de un análisis más profundo. Encuentro mucha belleza en la obra de Borges y no creo justo buscar en ella una axiomática.

Es justo decir que muchos otros autores argentinos se sintieron conmovidos por la física del siglo XX. A Lugones se suman Leopoldo Marechal y Juan J. Saer, por mencionar solo dos. En el poema "The Black Hole", incluido en *Lo imborrable*, Saer afirma con mucha estética existencial:

Es cierto que el espacio es espesura  
y el tiempo esfinge donde el mundo aflora  
para un chisporroteo que no dura.  
El que lo sabe sin embargo ignora  
que, más grande, lo acecha otra negrura  
la que en sí mismo se abre y lo devora. (1992/2012, p. 246).

Claramente podemos ver en Saer una posición kantiana. El tiempo está, y el mundo aflora en él. Quizás la mecánica cuántica, a través del fenómeno del entrelazamiento, nos pueda ofrecer una alternativa a eso:<sup>7</sup> que sea el espaciotiempo el que emerge del entrelazamiento.

Leopoldo Marechal tuvo un particular interés por la física. De hecho, de manera póstuma se publica un poema llamado "Poema de la física" (1979), que dice:

Todo en la Creación es "relativo",  
desde el átomo al ángel:  
se manifiesta en relación con "algo",  
porque no tiene su "principio" en sí.  
Las perfecciones de la criatura  
se limitan ya en el Tiempo ya en el Espacio  
ya en otras condiciones "restrictivas"  
que hacen llorar al ser.  
Y llora al ser atado a sus fronteras  
porque leyó en el Libro su "relatividad",  
y la mira en razón de un Absoluto  
que se le impone como "necesario".  
Todo efecto, Ezequiel, "necesita" su causa:  
es una relación de vida o muerte.

Centrándose más en una cuestión de valores humanos y usando obvias licencias literarias, en el mismo poema Marechal nos regala estos versos:

A la teoría de los cuantos  
opondré la ciencia de los cuales  
y a los borrachos de la cantidad,  
el emoliente sobrio de lo cualitativo.

### NOTAS

- 1 Este es el principio de funcionamiento del refrigerador que tenemos en nuestros hogares.
- 2 Hoy se sabe que, en un universo en expansión, al no haber un estado de equilibrio, tal muerte térmica no ocurrirá. Sin embargo, las leyes de la mecánica cuántica ponen un límite a la producción de la entropía.
- 3 Ver, por ejemplo, *La fin du monde*, de Camille Flammarion.
- 4 Machado (recurriendo al profesor apócrifo Juan de Mairena) llega a hablar de termodinámica social. La idea es que para evitar la degradación cultural hay que realizar un trabajo: “La constante reversibilidad de la energía espiritual que produce la cultura”.
- 5 En la entrevista, Borges hace referencia al poema de Tennyson titulado “The Mystic”.
- 6 Los hipercubos de Hinton son construcciones geométricas que el matemático inglés Howard Hinton diseñó para estudiar una cuarta dimensión espacial.
- 7 El entrelazamiento cuántico es una propiedad observada en sistemas multipartitos, propuesta por E. Schrödinger en 1935, tras la aparición de un artículo publicado por Einstein y dos colaboradores, Podolski y Rosen, que intentaba cuestionar la “completitud de la mecánica cuántica” en cuanto teoría capaz de describir la naturaleza. Los estados entrelazados son los utilizados en los experimentos que muestran el carácter no local y no realista de la teoría.