

Libro de resúmenes de las III Jornadas de Fundamentos, Filosofía e Historia de la Física

III Jornadas de Fundamentos,
y Filosofía e Historia
de la Física
“el estallido de las contradicciones”

11, 12 y 13 de octubre de 2022
Buenos Aires - Argentina

Informes:

<http://www.filoexactas.exactas.uba.ar/jornadasf2022>

Logos:
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
I F L P
CONICET
U N L P
UNIVERSIDAD AUSTRAL
FILOSOFÍA
John Templeton Foundation

Organizan: Dr. Sebastian Fortin, Dr. Federico Holik y Dr. Manuel Herrera Aros

11, 12 y 13 de octubre de 2022 - Buenos Aires - Argentina

Fortin, Sebastian, Holik, Federico y Herrera Aros, Manuel

Libro de resúmenes de las III Jornadas de Fundamentos, Filosofía e Historia de la Física / Fortin, Sebastian, Holik, Federico y Herrera Aros, Manuel Editores. -1a edición electrónica, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 2022.

1. Filosofía de la física. 2. Historia de la física. 3. Fundamentos de la física.

Título: III Jornadas de Fundamentos, Filosofía e Historia de la Física

Editores: Fortin, Sebastian, Holik, Federico y Herrera Aros, Manuel

Editorial: Grupo de filosofía de las ciencias de Buenos Aires

Lugar: Buenos Aires, Argentina

Año: 2022

Diseño editorial y diseño de portada: Sebastian Fortin

Coordinación editorial: Sebastian Fortin

Corrección: Federico Holik y Manuel Herrera Aros



Impreso en Argentina

Printed in Argentina

Las opiniones expuestas en los trabajos publicados en esta colección son de la exclusiva responsabilidad de sus autores.

Índice

Programa	.....	5
Ponencia: “Experimentos de Ecos de Loschmidt indican que la Irreversibilidad es un Fenómeno Emergente en la Dinámica Cuántica de Muchos Cuerpos en el Límite Termodinámico”, H. Pastawski	.....	8
Ponencia: “El estatus del tiempo en la Loop Quantum Gravity de Rovelli”, I. Rojas	.....	10
Ponencia: “Inversión temporal, flecha del tiempo y estados cuánticos inestables”, M. Gadella	.....	12
Ponencia: “Reducción, emergencia y transiciones de fase”, P. Palacios	.....	13
Ponencia: “Interacciones, potencias, y leyes naturales”, F. Benitez	.....	14
Ponencia: “Ontología física: Entidades y simuladores de entidades”, W. Quezada Pulido & L. Pavez	.....	15
Ponencia: “Explicaciones no causales de leyes físicas”, A. Filomeno Farrerons	.....	16
Ponencia: “Super-substancialismo, fundamentalidad y dependencia ontológica”, M. Herrera	.....	19
Ponencia: “Uso de la historia y filosofía de la ciencia en la enseñanza de fenomenos electricos”, E. G. Garcia Arteaga	.....	20
Ponencia: “Heisenberg: su filosofía y su controvertida actuación durante durante el nazismo”, M. Menéndez	.....	21
Ponencia: “El argumento de la redundancia en mecánica bohmiana”, A. Solé	.....	22
Ponencia: “¿Cuántas teorías cuánticas? Formulaciones, interpretaciones y teorías alternativas”, A. Cassini	.....	24
Ponencia: “Una metafísica naturalista de las leyes”, D. Maltrana	.....	26
Ponencia: “Alicia a Través del Espejo Convexo: una lección Helhmoltziana sobre la conexión entre dinámica y estructura cronogeométrica en teorías de espaciotiempo”, P. Acuña	.....	28

Ponencia: “Una defensa del Principio de Auto-consistencia de Novikov”, R. Núñez Pradenas	.....	29
Ponencia: “El Problema del Realismo Científico en la Física Cuántica”, F. Holik	.....	31
Ponencia: “La teoría homotópica de tipos y la extensión homotópica de la noción matemática de igualdad”, G. Catren	.....	32
Ponencia: “Partículas trans: Un punto de vista ontológico”, M. Pasqualini y S. Fortin	.....	33
Ponencia: “Teorías de cuasiconjuntos y mereología cuántica en el estudio de sistemas cuánticos”, J. P. Jorge	.....	34
Ponencia: “Un modelo totalmente funcional, empíricamente viable, local, superdeterminista (incluyendo la violación de las desigualdades de Bell): El bueno, el malo y el feo”, D. Sudarsky	.....	37
Ponencia: “Superposiciones cuánticas en el espacio y la posibilidad de señalización superlumínica”, E. Okon	.....	39
Ponencia: “Espacio-tiempo, simetrías y observadores”, A. Sus	.....	40
Ponencia: “Alineaciones estelares y el descubrimiento de la precesión”, G. L. Recio	.....	42
Ponencia: “La dinámica planetaria de Johannes Kepler”, D. Pelegrin	.....	43
Ponencia: “Conceptos de tiempo y espacio en el conocimiento educativo mapuche”, H. Torres Cuevas ¹ y D. Quilaqueo	.....	44
Ponencia: “Primitivismo y reduccionismo en el debate sobre la dirección del tiempo”, C. Lopez	.....	46
Ponencia: “Aspectos geométricos en Relatividad General y teorías alternativas”, C. Bejarano	.....	47
Ponencia: “Posibilidad y Tiempo en Mecánica Cuántica”, O. Lombardi, M. Pasqualini y S. Fortin	.....	48

Martes 11 de octubre

09:30 - 09:55 Ingreso al auditorio virtual

09:55 - 10:00 Apertura

*Bloque sobre flecha del tiempo e
irreversibilidad: Parte 1: 10:00 a 11:30*

10:00 - 10:30 " Experimentos de Ecos de Loschmidt indican que la Irreversibilidad es un Fenómeno Emergente en la Dinámica Cuántica de Muchos Cuerpos en el Límite Termodinámico " **Horacio Pastawski**
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

10:30 - 11:00 "El estatus del tiempo en la Loop Quantum Gravity de Rovelli" **Ignacio Rojas**
Universidad de Buenos Aires/ANID, Chile

11:00 - 11:30 "Inversión temporal, flecha del tiempo y estados cuánticos inestables" **Manuel Gadella**
Universidad de Valladolid, España

11:30 - 12:00 Receso

12:00 - 12:30 "Reducción, emergencia y transiciones de fase" **Patricia Palacios**
Universidad de Salzburgo, Austria

12:30 - 13:00 "Interacciones, potencias, y leyes naturales" **Federico Benitez**
Universidad de Berna, Suiza

13:00 - 14:00 Almuerzo

14:00 - 14:30 "Ontología física: Entidades y simuladores de entidades" **Wilfredo Quezada Pulido & Luis Pavez**
Universidad de Santiago de Chile, Chile

14:30 - 15:00 "Explicaciones no causales de leyes físicas" **Aldo Filomeno Farrerons**
Universidad Católica de Valparaíso, Chile

15:00 - 15:30 "Super-substancialismo, fundamentalidad y dependencia ontológica" **Manuel Herrera**
Universidad de Buenos Aires, Argentina

15:30 - 16:00 Receso

16:00 - 16:30 "Uso de la historia y filosofía de la ciencia en la enseñanza de fenomenos electricos" **Edwin German Garcia Arteaga**
Profesor Titular Universidad del Valle, Colombia

16:30 - 17:00 "Heisenberg: su filosofía y su controvertida actuación durante durante el nazismo" **Vicente Menéndez**
Ex docente Fac. Cs Exactas y Nat. UBA, Argentina

Miércoles 12 de octubre

09:30 - 10:00 Ingreso al auditorio virtual

10:00 - 10:30 "El argumento de la redundancia en mecánica bohmiana" **Albert Solé**
Universidad de Barcelona, España

10:30 - 11:00 "¿Cuántas teorías cuánticas? Formulaciones, interpretaciones y teorías alternativas" **Alejandro Cassini**
Conicet-Universidad de Buenos Aires, Argentina

11:00 - 11:30 "Una metafísica naturalista de las leyes" **Diego Maltrana**
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

11:30 - 12:00 Receso

12:00 - 12:30 "Alicia a Través del Espejo Convexo: una lección Helmholtziana sobre la conexión entre dinámica y estructura cronogeométrica en teorías de espaciotiempo" **Pablo Acuña**
Instituto de Filosofía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

12:30 - 13:00 "Una defensa del Principio de Auto-consistencia de Novikov" **Rolando Núñez Pradenas**
Universidad de Concepción, Chile

13:00 - 14:00 Almuerzo

14:00 - 14:30 "El Problema del Realismo Científico en la Física Cuántica" **Federico Holik**
Instituto de Física La Plata, Argentina

14:30 - 15:00 "La teoría homotópica de tipos y la extensión homotópica de la noción matemática de igualdad" **Gabriel Catren**
Laboratoire SPHERE - Sciences, Philosophie, Histoire (UMR 7219, CNRS - Université Paris Cité), Francia

15:00 - 15:30 Receso

15:30 - 16:00 "Partículas trans: Un punto de vista ontológico" **Matías Pasqualini¹ y Sebastian Fortin²**
¹ Universidad Nacional de Rosario, Argentina
² CONICET - Universidad de Buenos Aires, Argentina

16:00 - 16:30 "Teorías de cuasiconjuntos y mereología cuántica en el estudio de sistemas cuánticos" **Juan Pablo Jorge**
Departamento de Filosofía, Universidad de Buenos Aires; Instituto de Filosofía, Universidad Austral, Argentina

16:30 - 17:00 Discusión libre

Jueves 13 de octubre

09:30 - 10:00 Ingreso al auditorio virtual

10:00 - 10:40 "Un modelo totalmente funcional, empíricamente viable, local, superdeterminista (incluyendo la violación de las desigualdades de Bell): El bueno, el malo y el feo." **Daniel Sudarsky**
Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

10:40 - 11:10 "Superposiciones cuánticas en el espacio y la posibilidad de señalización superlumínica" **Elias Okon**
Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

11:10 - 11:40 "Espacio-tiempo, simetrías y observadores" **Adán Sus**
Universidad de Valladolid, España

11:40 - 12:00 Receso

12:00 - 12:30 "Alineaciones estelares y el descubrimiento de la precesión" **Gonzalo Luis Recio**
Universidad Nacional de Quilmes-CONICET/Universidad Pedagógica Nacional, Argentina

12:30 - 13:00 "La dinámica planetaria de Johannes Kepler" **Diego Pelegrin**
UBA / UNLP / UNLZ / UNLu,

13:00 - 14:00 Almuerzo

Bloque sobre flecha del tiempo e irreversibilidad: Parte 2: 14:00 a 15:00

14:00 - 14:30 "Conceptos de tiempo y espacio en el conocimiento educativo mapuche" **Héctor Torres Cuevas¹ y Daniel Quilaqueo²**
¹ Universidad del Bío-Bío, Chile
² Universidad Católica de Temuco

14:30 - 15:00 "Primitivismo y reduccionismo en el debate sobre la dirección del tiempo" **Cristian Lopez**
CONICET, Argentina

15:00 - 15:30 Receso

Bloque sobre flecha del tiempo e irreversibilidad: Parte 3: 15:30 a 17:00

15:30 - 16:00 "Aspectos geométricos en Relatividad General y teorías alternativas" **Cecilia Bejarano**
Instituto de Física y Astronomía del Espacio (IAFE: CONICET-UBA),

16:00 - 16:30 "Posibilidad y Tiempo en Mecánica Cuántica" **Olimpia Lombardi¹, Matías Pasqualini² y Sebastian Fortin¹**
¹ CONICET - UBA, Argentina
² Universidad Nacional de Rosario

16:30 - 17:00 Discusión libre

Experimentos de Ecos de Loschmidt indican que la Irreversibilidad es un Fenómeno Emergente en la Dinámica Cuántica de Muchos Cuerpos en el Límite Termodinámico

Horacio M. Pastawski

Instituto de Física Enrique Gaviola (UNC-CONICET);

Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (UNC)

y Academia Nacional de Ciencias, Córdoba. Argentina

La búsqueda de una justificación y descripción apropiada de la dinámica macroscópica irreversible de los fluidos a partir de la mecánica reversible de sus componentes fue iniciada por Boltzmann, Loschmidt, Einstein and Smoluchowski. Sin embargo, a pesar del los impresionantes avances experimentales y la profundización de los conceptos estadísticos, este problema a permanecido objeto de debate. En la actualidad, el foco se ha trasladado al dominio cuántico. Ello está motivado por la necesidad de tratar con un número crecientes de qubits/espines requeridos en el procesamiento de información cuántica así como de la necesidad de compatibilizar la teoría general de la gravitación con la mecánica cuántica.[0] Por supuesto, ya Einstein observó que no resulta obvio que la Mecánica Cuántica contenga las inestabilidades presentes en los sistemas clásicos y que inspiraron a Boltzmann a proponer su “stothaltansatz”. Hace ya más de dos décadas, identificamos en Córdoba[1-3], que usando la Resonancia Magnética Nuclear en Sólidos podríamos observar la difusión de excitaciones de espín y también implementar el “imposible” procedimiento de reversión temporal con el que Boltzmann desafió a Loschmidt: ahora solo basta “cambiar el signo” del Hamiltoniano colectivo que controla su dinámica “caótica”. Esto nos permitiría observar la decoherencia causada por el ambiente, la emergencia del comportamiento hidrodinámico y eventualmente, el grado de reversibilidad. Con este propósito, desarrollamos variadas estrategias experimentales denominamos Ecos de Loschmidt. Estas generalizan, para un sistema de muchos cuerpos, el procedimiento de “Espín Echo” de Hahn que solo revierte la dinámica de espines individuales [4]. Voy a repasar nuestra búsqueda teórica y sobre todos los resultados experimentales, cuyas insuperables limitaciones nos llevaron a proponer la Hipótesis

Central de la Irreversibilidad [5]. De acuerdo con ella, y en analogía con la resistencia eléctrica residual de los metales impuros (que a $kBT=0$ solo depende de colisiones reversibles), la caótica dinámica cuántica de sistemas de muchos cuerpos en el límite termodinámico se vuelve decoherente, y en consecuencia, irreversible en una escala de tiempo intrínseca (solo depende de interacciones reversibles). Experimentalmente esto nos requirió considerar que escala de tiempo, T_1 , de las interacciones con el “ambiente” sean mucho más débiles que la escala dinámica, T_2 , de las interacciones revertidas. Todo ello mientras el número de espines/qubits permanece esencialmente infinito (1023). Así, nuestros experimentos son consistentes con una decoherencia intrínseca, y con ella de la flecha del tiempo, como propiedad emergente de la mecánica cuántica en el límite termodinámico.

[0]- Will the Universe Remember Us after We're Gone, John Horgan, Scientific American (2021)

[1]- Quantum Dynamical Echoes in Spin Diffusion on Mesoscopic Systems, HM Pastawski, PR Levstein and G Usaj, Phys. Rev. Lett. 75, 4310-4313 (1995)

[2]-Attenuation of polarization echoes in nuclear magnetic resonance: A study of the emergence of dynamical irreversibility in many-body quantum systems PR Levstein, G Usaj and HMPastawski, J. Chem. Phys. 108, 2718 (1998);

[3]- A Nuclear Magnetic Resonance answer to the Boltzmann-Loschmidt controversy? HM Pastawski , G Usaj , PR Levstein, J Raya and J Hirschinger, Physica A 283 166 (2000)

[4]- Loschmidt Echo, A Goussev, RA Jalabert, HM Pastawski and DA Wisniacki. Scholarpedia, 7(8):11687 (2012).

[5]-Loschmidt echo in many-spin systems: a quest for intrinsic decoherence and emergent irreversibility. PR Zangara and HM Pastawski, Phys. Scr. 92 033001(2017)

[6]-Perturbation independent decay of the Loschmidt echo in a many-spin system studied through scaled dipolar dynamics CM Sánchez, AK Chattah, KX Wei, L Buljubasich, P Cappellaro, and HM Pastawski, Phys. Rev. Lett. 124, 030601 (2020).

[7]- Emergent decoherence induced by quantum chaos in a many-body system: A Loschmidt echo observation through NMR, CM Sánchez, AK Chattah, and HM Pastawski. Phys.Rev.A, 105, 052232 (2022), J. Magn. Res. (submitted).

El estatus del tiempo en la Loop Quantum Gravity de Rovelli

Ignacio Rojas

Universidad de Buenos Aires/ANID, Chile

La discusión sobre la naturaleza y el estatus del tiempo entre físicos teóricos que buscan formular teorías de Gravedad Cuántica solo se ha agudizado en años recientes, desplegando un conjunto de posiciones que van desde la eliminación del tiempo del formalismo que busca representar al mundo físico (Barbour, Rovelli) hasta posiciones como la defendida por Smolin, para quien el tiempo es incluso más fundamental que el espacio.

Dentro de las posiciones que defienden la eliminación del tiempo, la posición de Rovelli se destaca por ser una de las pocas formulaciones teóricas en las que, si bien el tiempo no forma parte fundamental del mundo físico, aún es posible rescatar una noción de cambio en el universo.

De acuerdo a Earman, “[...] dado que los vínculos [constraints] generan el movimiento, este es puro gauge, y los observables de la teoría son constantes de movimiento en el sentido que son constantes a lo largo de las órbitas de gauge. Tomada directamente, la interpretación de gauge de la RG implica un universo realmente congelado.” (2003).

Mientras esta cita de Earman sintetiza lo que es la opinión comúnmente defendida respecto a la eliminación del tiempo en teorías de Gravedad Cuántica, Rovelli ha desarrollado una interpretación del formalismo, basada en la distinción entre observables parciales y observables completos, que permite restaurar una noción de evolución en el mundo físico.

El objetivo del presente trabajo es, en primer lugar, analizar la estrategia interpretativa de Rovelli respecto a su definición de evolución de los sistemas físicos dentro de un formalismo que pareciera excluirla y, en segundo lugar, analizar en qué medida esta

misma estrategia interpretativa permitiría, de alguna manera, restaurar una noción de tiempo para el mundo físico.

Referencias

Earman, J. (2003). Tracking down gauge: an ode to the constrained Hamiltonian formalism. En Brading, K. & Castellani, E. (eds.), *Symmetries in Physics: Philosophical Reflections*. Cambridge University Press. pp. 140–62.

Rickles, D. (2006). Time and Structure in Canonical Gravity. En Rickles, D., French, S. y Saatsi, J. (Eds.), *The Structural Foundations of Quantum Gravity*, (pp. 152-195). USA: Oxford University Press.

Rovelli, C. (2008). Forget time, essay written for the FQXi contest on the Nature of Time.

Rovelli, C. (2018). Space and Time in Loop Quantum Gravity. Hal-01714251.

Rovelli, C., & Vidotto, F. (2014). *Covariant Loop Quantum Gravity: An Elementary Introduction to Quantum Gravity and Spinfoam Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.

Inversión temporal, flecha del tiempo y estados cuánticos inestables

Manuel Gadella

Universidad de Valladolid, España

En esta presentación discutimos el problema de la inversión temporal, irreversibilidad y flecha del tiempo en Mecánica Cuántica no relativista.

Dos son los problemas que podemos discutir en este contexto. El problema de la irreversibilidad cuántica consiste en resolver la paradoja de la coexistencia de una ecuación lineal y reversible de estado, la ecuación de Schrödinger, totalmente reversible y el carácter no reversible de ciertas evoluciones cuánticas.

Estas son dos fundamentalmente: el problema de la medición y el decaimiento de los estados cuánticos inestables. El primero ha sido discutido en muchos trabajos y monografías. Discutiremos el segundo. En cualquier caso, el problema de la irreversibilidad parece estar conectado con la necesidad de una evolución temporal no unitaria.

En cuanto al problema de la flecha del tiempo en mecánica cuántica ordinaria, estamos frente a un asunto que no parece haberse resuelto satisfactoriamente. Falta por definir claramente la entropía para estados cuánticos, algo que podría realizarse partiendo del operador entropía de Misra, Prigogine y Courbage.

Reducción, emergencia y transiciones de fase

Patricia Palacios

Universidad de Salzburgo, Austria

Las transiciones de fase han estado al centro de debates recientes sobre reducción y emergencia en física. Para algunos, estos fenómenos son un caso de reducción exitosa, mientras que para otros constituyen el sello distintivo de la emergencia. No hace muchos años, Butterfield (2011a, 2011b, 2014) y Norton (2014) sugirieron que las transiciones de fase combinan emergencia y reducción. En esta charla, desarrollo este punto de vista compatibilista aún más y defiendo que las transiciones de fase crítica ejemplifican dos nociones diferentes de emergencia débil que llamo emergencia "pocos-muchos" y emergencia de "grano grueso". Al mismo tiempo, sostendré que las transiciones de fase son casos exitosos de reducción interteórica, entendida como una familia de modelos que pueden combinarse para lograr ciertos objetivos epistémicos y ontológicos.

Interacciones, potencias, y leyes naturales

Federico Benitez

Universidad de Berna, Suiza

En esta charla discutiré algunos aspectos de la metafísica de las leyes de la naturaleza. En particular, daré una introducción a la posición conocida como “Dispositional Best System Account” propuesta en Demarest (2017) y Kimpton-Nye (2017). Discutiré como una versión de esta posición es consistente con la estructura de nuestras teorías fundamentales, y da pie a una metafísica de leyes naturales que es parsimoniosa y al mismo tiempo preserva la verdad de las mismas.

Ontología física: Entidades y simuladores de entidades

Wilfredo Quezada Pulido & Luis Pavez

Universidad de Santiago de Chile, Chile

En la concepción de causalidad física defendida por Dowe y Salmon (Salmon 1984, 1998; Dowe 2000, 1995) se asume una ontología procesualista de base. En dicha ontología conviven, como elementos últimos, procesos causales (PC) legítimos y pseudoprosos causales (PSP), poseyendo y transmitiendo sólo los primeros cantidades físicas conservadas. Debido a la consecuente crítica y discusión de si esa ontología es suficiente para distinguir eficazmente, tal como planteó Reichenbach (Reichenbach 1958), entre procesos que respetan la invariancia de la velocidad de la luz (c) en teoría de la relatividad especial (TRE) y otros que no, Dowe ha propuesto refinarla introduciendo dos compuestos mereológicos o gerrymanders espaciotemporales adicionales y que traduciremos tentativamente aquí como simuladores físicos. Así, tendremos simuladores mereológicos temporales (SMT) y simuladores mereológicos espaciales (SME), junto con PCs y PSPs, completando una ontología física tetrádica. Dowe distingue claramente los tres últimos -SMEs, PCs y PSPs- atribuyéndoles un rasgo ontológico esencial del que no puede gozar intrínsecamente el primero, a saber, su identidad temporal, y que lo condena en palabras a ser simple “basura espaciotemporal”. Armado con esta ontología, Dowe cree que es posible refutar los contraejemplos planteados por sus críticos y acomodar bien los casos señalados por Reichenbach, que constituía la motivación original para ofrecer esta concepción fisicalista de la causación. En nuestra charla queremos mostrar que esta ontología no está bien construida pues, en el límite, tanto los SME como los SMT se pueden modelar en TRE de tal manera de indiferenciarlos y, por otro lado, argumentaremos que el rasgo ontológico de la identidad temporal es más bien superfluo para caracterizar entidades procesuales no causales, en particular, SMEs y PSPs. Apelaremos para ello a ejemplos relativistas tomados de la mecánica, la óptica y el electromagnetismo. Todo esto sugiere, por una parte, repensar la ontología tetrádica de Dowe antes de utilizarla para responder al desafío de Reichenbach, y, por otra, plantea que la pretendida basura espaciotemporal es tal vez lo único valioso que tenemos cuando queremos hablar de entidades no causales en física.

Explicaciones no causales de leyes físicas

Aldo Filomeno Farrerons

Universidad Católica de Valparaíso, Chile

En la literatura de los fundamentos de las leyes físicas, una postura habitual es la de esperar que las leyes últimas sean inevitables, en algún sentido difícil de clarificar. Esto se conjetura desde hace décadas tanto por algunos físicos teóricos (Weinberg, 1992), como en la filosofía de la física por algunos en la postura primitivista (Maudlin, 2007). Es un debate que se ha dado durante siglos en los fundamentos de la mecánica clásica (con intentos p. ej. de Euler o D'Alembert). Estos intentos se consideran problemáticos por una variedad de motivos, y desde entonces la postura opuesta, asociada a Newton, es la de considerar las leyes como contingentes (Darrigol, 2014, 2007).

En esta charla presentare' algunos casos que se debaten actualmente de supuestas explicaciones no causales de fenómenos físicos. Argumentare' que pueden contribuir a que tal debate progrese. Ejemplos son el de atravesar los puentes de Koninsberg, la explicación cinemática de las transformaciones de Galileo y de Lorentz, la regla del paralelograma de la suma de fuerzas, o la explicación topológica de los 4 puntos de equilibrio de un péndulo doble. Estos serían, según Lange (2017), supuestos casos de explicaciones genuinamente matemáticas, en el sentido de que el mecanismo causal subyacente es irrelevante, y podría no existir. Tales ejemplos explican por qué ciertos eventos físicos es imposible que ocurran, por motivos que están más allá de las leyes físicas. Así pues, parece que ciertos hechos matemáticos restringen lo que es físicamente posible, delimitando así un espacio de estados.

Estos ejemplos particulares, por muy interesantes que sean, son insuficientes para fundamentar esa postura que considera las leyes como inevitables. A partir de aquí se pueden seguir varios caminos. Uno con el que querría finalizar es el de mostrar como' puede complementarse esto con otro tipo de explicaciones no causales, las explicaciones estadísticas (como la de Boltzmann de la 2ª ley de la termodinámica). Así como puede considerarse que las primeras explicaciones matemáticas sola-mente delimitarían un espacio de estados para poder tener una cinemática (demarcando una teoría de 'principio' (Einstein, 1919) o 'marco'), las explicaciones estadísticas pueden ayudar a dar cuenta del

resto de interacciones: está bien estudiado cómo las explicaciones estadísticas pueden dar cuenta de la emergencia de patrones espacio-temporales y con ello la reducción de grados de libertad (las teorías ‘constructivas’ o de ‘interacciones’) (Batterman, 2001, 2018; Morrison, 2015; Strogatz, 1994). Podría pensarse que tales explicaciones estadísticas en realidad sí son causales, en el sentido de que sí presuponen leyes subyacentes. Esto de hecho es correcto en muchos casos. Sin embargo, tal como los autores citados enfatizan, y como yo he estudiado más explícitamente (Filomeno, 2019, 2021), las explicaciones estadísticas pueden ser no causales.

En definitiva, ambos tipos de explicaciones no causales (matemáticas y estadísticas), por separado o complementándose, dan cuenta de la formación de regularidades, de un modo más detallado que las teorías filosóficas actuales de leyes de la naturaleza.

Referencias

Batterman, Robert W. *The Devil in the Details: Asymptotic Reasoning in Explanation, Reduction, and Emergence*. Oxford University Press, 2001.

. “Autonomy of ‘eories: An Explanatory Problem.” *Nous* 858–873.

Darrigol, Olivier. “On the Necessary Truth of the Laws of Classical Mechanics.” *Studies in History and Philosophy of Science Part B* 38, 4 (2007): 757–800.

. *Physics and Necessity: Rationalist Pursuits From the Cartesian Past to the Quantum Present*. Oxford University Press, 2014.

Einstein, Albert. “What is the ‘eory of Relativity?” *The London Times* .

Filomeno, Aldo. “Stable Regularities Without Governing Laws?” *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 66 (2019): 186–197.

. “Typicality of Dynamics and the Laws of Nature.” In *Current Debates in Philosophy of Science: In Honor of Roberto Torre*. Synthese Library Series, Springer, 2021.

Lange, Marc. *Because Without Cause: Non-Causal Explanations in Science and Mathematics*. Oxford University Press, 2017.

Maudlin, Tim. *The Metaphysics Within Physics*. Oxford University Press, 2007.

Morrison, Margaret. *Reconstructing Reality: Models, Mathematics, and Simulations*. Oxford University Press, 2015.

Strogatz, S.H. *Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*. Addison-Wesley studies in nonlinearity. Westview Press, 1994.

Weinberg, S. *Dreams of a final theory*. Pantheon Books, 1992.

Super-substancialismo, fundamentalidad y dependencia ontológica

Manuel Herrera

Universidad de Buenos Aires, Argentina

La más robusta y más actual teoría de la causación física, la Teoría de las Cantidades Conservadas de Phil Dowe (2000), en adelante TCC, representa uno de los hitos más importantes en el desarrollo de los enfoques de la causación que pretenden develar la naturaleza de este ítem filosófico con herramientas y conceptos propios de la ciencia física. Esto debido a que, de algún u otro modo, esta teoría es el resultado de décadas de discusión en torno a esta tema, reuniendo las principales ideas de autores como Bertrand Russell, Hans Reichenbach, Jerrold Aronson, David Fair y Wesley Salmon, entre otros/as. La teoría de la causación de Dowe se fundamenta en tres tesis, en general compartidas por sus antecesores: (i) la TCC es el resultado de un análisis empírico, (ii) la TCC es una teoría metafísicamente contingente y (iii) la TCC es una teoría refutable. El punto de vista general que subyace estas tesis es un tipo de naturalismo en el que la metafísica se encuentra subsumida en la física, es decir, una visión en la que la física representa la única forma de acceso a lo real y en que la metafísica solo tiene valor si provee afirmaciones bajo los mismos métodos de la física.

El objetivo de esta presentación es doble. En primer lugar, argumento que las tesis (i), (ii) y (iii) en las que se fundamenta la TCC, no solo son problemáticas en sí mismas sino que también son inconsistentes entre sí. En segundo lugar, muestro que las dificultades antes mencionadas se explican por el punto de vista particular acerca de la relación entre metafísica y física en las que descansan estas tesis.

Uso de la historia y filosofía de la ciencia en la enseñanza de fenómenos eléctricos

Edwin German Garcia Arteaga

Profesor Titular Universidad del Valle, Colombia

XXXX

Heisenberg: su filosofía y su controvertida actuación durante el nazismo

Vicente Menéndez

Ex docente Fac. Cs Exactas y Nat. UBA, Argentina

No es poco lo que se ha escrito acerca de Werner Heisenberg (1901- 1976) principalmente en el aspecto científico, por ser uno de los grandes actores en el desarrollo de la mecánica cuántica. Obviamente por su famoso Principio de incertidumbre, por el desarrollo de la mecánica matricial y también por otros desarrollos teóricos sobre superconductividad. En esta breve charla nos ocuparemos de otras facetas de su vida: primero, de sus inquietudes filosóficas acerca de la realidad de la naturaleza, y luego, de su controvertida actuación durante la época nazi en Alemania, a la luz de nuevos documentos que han aparecido hace pocos años. Estimo que el desarrollo de esta historia proveerá elementos para reflexionar acerca de la relación ciencia y sociedad.

El argumento de la redundancia en mecánica bohmiana

Albert Solé

Universidad de Barcelona, España

Algunos partidarios de la interpretación de Everett o de los muchos mundos han argumentado que la mecánica bohmiana incorpora una estructura de muchos mundos en la función de onda y que, en consecuencia, la adición de los corpúsculos a dicha ontología resulta superflua y redundante (véase, por ejemplo, Brown and Wallace 2005; Deutsch 1996; Wallace 2003, 2010). Siguiendo a Callender (2010), me referiré a este argumento como el “argumento de la redundancia.” En esta comunicación, voy a revisar dicho argumento a la luz del reciente debate sobre la interpretación de la función de onda en mecánica bohmiana, argumentando que su conclusión no está debidamente justificada y ofreciendo nuevas consideraciones en favor de la mecánica bohmiana. En primer lugar, existen de interpretaciones tridimensionalistas de la mecánica bohmiana que no reifican la función de onda y que, por tanto, no incurren en redundancia. En contra de lo sostenido por Brown and Wallace (2005), este tipo de interpretaciones no tienen por qué incurrir en un instrumentalismo burdo y pueden ser satisfactorias desde el punto de vista explicativo. En segundo lugar, aquellos bohmianos que reifican la función de onda, interpretándola como un campo físico, caracterizan dicho campo de un modo muy diferente a como lo hacen los everettianos (véase, por ejemplo, Valentini (1992) o Bohm y Hiley (1993)). Argumentaré que esto es suficiente para bloquear el argumento de la redundancia o, al menos, para motivar una restricción justificada del criterio funcionalista que le subyace.

Referencias

Bohm, D; Hiley, B. (1993). *The Undivided Universe: An Ontological Interpretation of Quantum Theory*, London: Routledge & Kegan Paul.

Brown, H.; Wallace, D. (2005). “Solving the Measurement Problem: de Broglie-Bohm loses out to Everett”, *Foundations of Physics* 35: 517–540.

Callender, C. (2010). “The Redundancy argument in Bohm’s theory”. Manuscrito no publicado.

Deutsch, D. (1996). “Comment on Lockwood.” *British Journal for the Philosophy of Science* 47: 222–8.

Valentini, A. (1992). *On the Pilot-Wave Theory of Classical, Quantum and Sub-Quantum Physics*. Tesis doctoral. International School for Advanced Studies, Trieste.

Wallace, D. (2003). "Everett and Structure", *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics* 34: 87–105.

_____ (2010). "Decoherence and ontology". En Saunders, S., Barrett, J., Kent, A. y D. Wallace (eds.), *Many Worlds: Everett, Quantum Theory, & Reality*, New York: Oxford University Press, pp. 53-72.

¿Cuántas teorías cuánticas? Formulaciones, interpretaciones y teorías alternativas

Alejandro Cassini

Conicet-Universidad de Buenos Aires, Argentina

Todavía es frecuente el uso de la expresión “mecánica cuántica” como si fuera un nombre propio que designa una determinada teoría. Sin embargo, desde hace tiempo se admite que hay diversas teorías mecánico-cuánticas. Por otra parte, la lista de las denominadas “interpretaciones de la mecánica cuántica” crece permanentemente, pero todavía no está claro de qué clase de entidad son interpretaciones. A su vez, los físicos, y también muchos filósofos, se refieren a los miembros de la lista, de manera, a veces indistinta, como “teorías”, “interpretaciones”, “modelos”, “formulaciones”, “versiones”, “enfoques”, (etc.) de la mecánica cuántica, como si no hubiera distinciones entre todas esas categorías. De este modo, el problema de la “interpretación de la mecánica cuántica” resulta mal planteado desde el comienzo, por lo que no puede saberse en qué consiste una interpretación ni cómo diferenciar entre interpretaciones de una teoría y teorías alternativas o rivales. La consecuencia de esta situación es que nadie está en condiciones de determinar cuántas “interpretaciones de la mecánica cuántica” existen en la actualidad, ni tampoco cuántas teorías cuánticas rivales hay en juego.

En esta comunicación intento realizar una distinción preliminar entre formulaciones de una teoría, interpretaciones de dicha teoría y teorías alternativas a ella. De ese análisis se sigue que lo que se interpreta son teorías cuánticas y que toda teoría cuántica está, en principio, abierta a diferentes interpretaciones. Las interpretaciones de una determinada teoría no deben ser lógicamente equivalentes a ella, pues, en tal caso, son reformulaciones, ni empíricamente equivalentes, de otro modo, son teorías alternativas. Luego, critico dos posiciones extremas sobre el problema de la interpretación de las teorías cuánticas: una que sostiene que hay una sola teoría cuántica, que no necesita interpretación alguna (como defienden Fuchs y Peres), y otra que sostiene que no hay interpretaciones sino solo múltiples teorías cuánticas alternativas (una idea crecientemente popular, que defienden, entre otros, Norsen, Maudlin, y Dürr y Lazarovici). Concluyo argumentando que una interpretación de una teoría cuántica no necesita proporcionar una ontología para dicha teoría, que toda teoría es compatible con diferentes ontologías, y que las interpretaciones puramente epistémicas de las teorías

cuánticas son viables. En última instancia, afirmo, hay un elemento pragmático en toda interpretación que es indispensable para seleccionar cuáles son las preguntas relevantes que las diferentes interpretaciones deberían responder.

Una metafísica naturalista de las leyes

Diego Maltrana

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

En este trabajo tratamos el problema, aún abierto, de encontrar una metafísica para las leyes de la naturaleza que sea consistente con la práctica científica, y proponemos una metafísica dual, en la cual las interacciones están fundadas en disposiciones, mientras que simetrías, así como otras leyes marco son mejor entendidas como emergentes en un sentido Infra-Humeano.

Se argumentará que la adopción de la clausura causal del mundo físico permite excluir la idea de leyes como abstracciones primitivas con poder causal en cuanto dicho principio de clausura causal está en abierta oposición a toda forma de Platonismo. Del mismo modo, la adhesión a la clausura causal es una forma indirecta de adherir a causas, lo que se opone a visiones Humeanas de leyes de la naturaleza, dejando como opción dominante una aproximación Disposicional de leyes.

Sin embargo, de acuerdo con la distinción entre teorías de marco y teorías de interacciones, sólo las últimas requieren de agentes que sean causalmente responsables de fenómenos, las primeras sólo entregan restricciones modales a las posibles teorías de interacción enmarcadas por ellas. Es por esto que toda ley relacionada a teorías de marco no contiene (ni puede contener) detalles de los mecanismos causales responsables de los fenómenos. En lo que respecta a leyes, estamos en presencia de una suerte de Infra-Humeanismo, uno que no tiene problemas con causalidad ni con existencia de propiedades internas sin poder causal (quiddities).

Proponemos entonces una metafísica dual para las leyes de la naturaleza, una en la que las leyes pertenecientes a teorías de interacciones son el resultado de las naturales disposiciones de los agentes involucrados, mientras que las leyes pertenecientes a teorías de marco no son compatibles con disposiciones, pero sí con una versión deflacionada de leyes Humeanas.

Ponemos a prueba estas ideas recuperando elementos del análisis hecho (en otros trabajos) en defensa del disposicionalismo, cuando éste fue criticado considerando el principio de mínima acción o la no localidad en mecánica cuántica. Con estos ejemplos en los extremos opuestos de la física podemos generalizar nuestros resultados a la física

toda. Tras este primer paso, generamos un argumento general que permite extender esta visión de una metafísica dual de leyes a toda ciencia natural.

Esta última generalización trae consigo importantes consideraciones que han de ser tomadas en cuenta cuando nos alejamos de la física fundamental, por ejemplo, para que el disposicionalismo asociado a leyes de interacción no caiga presa de la llamada “crítica de Moliere” o para evaluar en su justa medida los reales alcances de cierta forma de pluralismo ontológicas que parece traer consigo la propuesta.

**Alicia a Través del Espejo Convexo: una lección
Helhmoltziana sobre la conexión entre dinámica y
estructura cronogeométrica en teorías de
espaciotiempo**

Pablo Acuña

Instituto de Filosofía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

XXXX.

Una defensa del Principio de Auto-consistencia de Novikov

Rolando Núñez Pradenas

Universidad de Concepción, Chile

Una cadena causal cerrada es una secuencia de eventos en donde, gracias a un loop causal, un evento se causa a sí mismo. Dicho de otro modo, una cadena causal cerrada ocurre cuando tenemos una serie de eventos conectados causalmente de manera tal que el evento A causa el evento B, este causa un evento C y finalmente este causa el evento A, de modo tal que por transitividad, el evento A se causa a si mismo (el número de eventos involucrados no es relevante).

Son varios los motivos por los que la posibilidad de que existan cadenas causales cerradas puede ser cuestionada. La mayoría de estos motivos se enmarcan dentro de algunas consideraciones clásicas sobre la naturaleza de las relaciones causales, como cuestiones de ordenamiento temporal, de asimetría causal o incluso por analiticidad, por mencionar algunos.

A pesar de esto, algunas de nuestras actuales teorías físicas dan espacio a que las cadenas causales cerradas sean físicamente posibles, independiente de que existan o no en nuestro universo, de manera que estas serían, al menos, compatibles con las leyes de la física. Específicamente, en algunos modelos de relatividad general es posible la ocurrencia de curvas temporales cerradas. En una curva temporal cerrada, la línea-mundo (world-line) de un objeto a través del espacio-tiempo sigue una trayectoria tal que esta pasa por coordenadas espacio-temporales antes visitadas, permitiendo de este modo que, por ejemplo, un objeto se encuentre consigo mismo.

Sin embargo, aun cuando las cadenas causales cerradas pueden ser consideradas como físicamente posibles, existen motivos para ponerlas en tela de juicio. Uno de los principales argumentos en contra de la existencia de las curvas temporales cerradas, y por tanto de las cadenas causales cerradas es el 'bilking argument' o 'argumento del engaño'. Este argumento es ampliamente conocido bajo la forma de la paradoja del abuelo, en donde un viajero del tiempo vuelve al pasado para matar a su abuelo antes de que este último logre tener hijos, evitando con esto que exista un viajero en el tiempo.

Para poder enfrentar este problema, y como una manera de evitar las paradojas, a finales de los 80 el físico ruso Igor Dmitriyevich Novikov propuso un principio de

autoconsistencia que plantea que frente a una curva temporal cerrada, cualquier evento que devenga en una paradoja tiene una probabilidad de ocurrir de cero. Así, el principio permite que todas las soluciones que se puedan plantear a las leyes de la física deben ser globalmente autoconsistentes, garantizando que no haya problemas en plantear una cadena causal cerrada pues no sería posible que esta involucrara una violación a la causalidad del tipo de los presentados en el argumento del engaño.

En este trabajo analizaremos el principio de autoconsistencia de Novikov, específicamente su validez e implicaciones, e intentaremos mostrar que el principio de autoconsistencia de Novikov se presenta no sólo como una manera de evitar el problema del argumento del engaño de manera eficiente, sino como un requerimiento de cualquier teoría realista sobre el tiempo que pretenda presentar una topología temporal mínima en la que se utilice la representación del tiempo como una línea única sin bifurcaciones, de modo tal que el principio puede ser planteado como una exigencia que nos permitiría evitar hacer alusión a líneas temporales alternativas o a mundos posibles. Analizaremos también algunas de las consecuencias de este tipo de consideraciones y del cómo esta representación del tiempo puede ajustarse apropiadamente a las teorías físicas actuales.

El Problema del Realismo Científico en la Física Cuántica

Federico Holik

Instituto de Física La Plata, Argentina

En esta charla discutimos el problema de la subdeterminación metafísica en la teoría cuántica. La existencia de distintas reformulaciones empíricamente equivalentes de la teoría plantea un desafío para el realismo científico, dado que existen propuestas de ontologías muy diversas para explicar los fenómenos observados. Si bien desde el punto de vista puramente formal no es posible decidir entre las distintas opciones, argumentaremos que, desde el punto de vista del método científico, no todas las alternativas tienen el mismo estatus a la hora de ser consideradas como teoría significativas. Ilustraremos el problema con distintos ejemplos, y esbozaremos el problema de desarrollar una noción de realismo científico que permita superar los problemas vinculados a la existencia de distintas reformulaciones de la teoría cuántica.

La teoría homotópica de tipos y la extensión homotópica de la noción matemática de igualdad

Gabriel Catren

*Laboratoire SPHERE - Sciences, Philosophie, Histoire (UMR 7219, CNRS - Université
Paris Cité)), Francia*

En la estela de la teoría de conjuntos, de la teoría de categorías y de la teoría de tipos de Martin-Löf, las fundaciones univalentes fueron recientemente propuestas por el matemático Voevodsky como una teoría capaz de proveer de « fundamentos » para el conjunto de las matemáticas. Brevemente, la tesis central de las fundaciones univalentes es que los objetos matemáticos fundamentales no son conjuntos, sino estructuras categóricas de alta dimensionalidad denominados ∞ -grupoides. En esta charla, propondremos una breve introducción a las fundaciones univalentes focalizándonos en uno de sus aspectos esenciales, a saber la extensión homotópica de la noción matemática de igualdad. En particular, nos detendremos en la reconceptualización homotópica del principio de identidad $a=a$ y en la (in)validez de la indiscernibilidad de los idénticos y del principio leibniziano de la identidad de los indiscernibles.

Partículas trans: Un punto de vista ontológico

Matías Pasqualini¹ y Sebastian Fortin²

¹ *Universidad Nacional de Rosario, Argentina*

² *CONICET - Universidad de Buenos Aires, Argentina*

De acuerdo a la mecánica cuántica un sistema de múltiples partículas idénticas como los fermiones, sólo admite estados que son antisimétricos con respecto a la permutación de un par de partículas. Sin embargo, bajo ciertas condiciones se observa que un sistema fermiónico puede presentar un comportamiento bosónico (pares de Cooper, cobosones, etc.) y esto ha despertado el interés teórico entre muchos investigadores. En este trabajo presentamos un modelo de juguete en el que se muestra cómo un sistema de fermiones puede presentar características bosónicas. A la luz de este modelo concluimos que la transición fermión-bosón no sólo surge como el resultado de algún límite sino a partir de un cambio de la perspectiva observacional. También mostraremos cómo, adoptando una ontología de propiedades es posible describir este fenómeno de manera natural y como parte de otro tipo de fenómenos más generales.

Teorías de cuasiconjuntos y mereología cuántica en el estudio de sistemas cuánticos

Juan Pablo Jorge

*Departamento de Filosofía, Universidad de Buenos Aires; Instituto de Filosofía,
Universidad Austral, Argentina*

Suele afirmarse que la mecánica cuántica presenta problemas con la identidad de las partículas, la posición más radical -apoyada por E. Schrödinger- afirma que las partículas elementales no son individuos. Pero el tema va más allá, e incluso es posible obtener estados con un número de partículas indefinido. Las teorías de cuasiconjuntos fueron creadas para dar cuenta de los comportamientos particulares que exhiben los entes cuánticos. Actualmente existen dos teorías de conjuntos motivadas en la mecánica cuántica: Quaset (QST) y Quasiset (Q). En este trabajo presentamos un marco teórico establecido para la descripción de estados de números de partículas indefinidos en la mecánica cuántica que proporciona un significado lógico preciso para esta noción utilizando las teorías de cuasiconjuntos.

La mereología se ocupa del estudio de las relaciones entre el todo y las partes [1,2,3]. En este trabajo, discutiremos diferentes desarrollos y problemas abiertos relacionados con la formulación de una mereología cuántica [4,5]. En particular, discutiremos diferentes avances en el desarrollo de sistemas formales destinados a describir la relación todo-partes en el contexto de la teoría cuántica [5,6,7,8,9]. Dado que se supone que los sistemas físicos macroscópicos están compuestos por muchos sistemas cuánticos, comprender los desafíos asociados con el desarrollo de una mereología cuántica es relevante para el problema de explicar el surgimiento de una realidad clásica macroscópica a partir de un reino cuántico microscópico. Cuando tratamos con cosas, es natural describirlas en términos de colecciones. Por lo tanto, es natural suponer que una mereología debe tener una forma integrada de tratar con colecciones de entidades o partes. Pero las colecciones de entidades cuánticas deben manejarse con cuidado. Para fijar ideas, se puede pensar en la colección de números naturales, o la colección de planetas en el sistema solar. En esos ejemplos, los componentes de la colección tienen identidades bien definidas: cada planeta o número se puede distinguir claramente de los demás. Además, la relación de pertenencia está claramente definida: el número dos es par o no. Por tanto, pertenece o no a la colección de los números pares. No hay una tercera posibilidad. La forma en que los

electrones forman una colección no debería ser la misma que en los ejemplos de los planetas y los números, al menos desde un punto de vista formal. Incluso la noción de pertenencia ha sido cuestionada en el dominio cuántico: ¿hasta qué punto podemos identificar claramente la relación de pertenencia para la colección de electrones con spin up en un material dado? Los sistemas que presentaremos tienen como objetivo capturar estas características cuánticas de manera formal, proporcionando una formulación rigurosa para la noción de una colección de entidades cuánticas. Por supuesto, estos sistemas formales pueden considerarse como la base de una matemática no estándar inspirada en la teoría cuántica. Tanto la mereología como las teorías de cuasiconjuntos que presentaremos tienen en común no ser enteramente extensionales, es decir, admiten dominios que no quedan bajo el alcance del axioma de extensionalidad. Nuestro objetivo es mostrar de qué manera esta semiextensionalidad (en el caso de Q) e intensionalidad (en el caso de QST) generan marcos adecuados donde desarrollar mereologías cuánticas como la presentada en [6].

REFERENCIAS

- [1] A. TARSKI. FOUNDATIONS OF THE GEOMETRY OF SOLIDS. OXFORD: OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1969.
- [2] Henry S. Leonard and Nelson Goodman. The calculus of individuals and its uses. *Journal of Symbolic Logic*, 5(3):113–114, 1940.
- [3] S. Lesniewski. On the foundations of mathematics. pages 1927–1931.
- [4] Décio Krause. On a calculus of non-individuals: ideas for a quantum mereology. In Luis Henrique de A. Dutra and Alexandre M. Luz, editors *Epistemologia*, pages 92–106. NEL/UFSC, 2012.
- [5] Décio Krause. Quantum mereology. In H. Burkhard, J. Seibt, G. Imaguire, and S. Gerogiorgakis, editors, *Handbook of Mereology*, pages 469–472. Philosophia Verlag, Munchen, 2017.
- [6] Newton C. A. da Costa and Federico Holik. A formal framework for the study of the notion of undefined particle number in quantum mechanics. *Synthese*, 192(2):505–523, 2015.
- [7] Federico Holik, Krause Decio, and Gómez Ignacio. Quantum logical structures for identical particles. *Cad. Hist. Fil. Ci., Campinas*, 2(1):13–58, 2016.

- [8] Lidia Obojska. The parthood of indiscernibles. *Axiomathes*, 29(5):427–439, Oct 2019.
- [9] Federico Holik, Cesar Massri, and Nicolás Ciancaglini. Convex quantum logic. *International Journal of Theoretical Physics*, 51(5):1600–1620, May 2012.

Un modelo totalmente funcional, empíricamente viable, local, superdeterminista: Lo bueno, lo malo y lo feo

Daniel Sudarsky

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Con la demostración por John Bell del teorema que lleva su nombre, se generó una gran ansiedad en la comunidad interesada en los fundamentos de la física, resultado en una frenética búsqueda de maneras de evadir, lo que amplios grupos consideran una conclusión chocante: La existencia de aspectos no locales en la Naturaleza.

Recordemos que el teorema establece, basado en una serie de hipótesis que parecen muy razonables que ninguna teoría estrictamente local (en un sentido muy preciso) puede dar cuenta de los hechos experimentales (puesto que la violación de las desigualdades de Bell ha sido ampliamente confirmada experimentalmente).

Tal vez la más atacada de las hipótesis es la que se conoce como "settings independence" (SI) o independencia entre la elección de observables y las condiciones físicas del sistema. La postura es

que si bien eso parece inocente, no es una suposición razonable pues es claro que en todos experimentos llevado a cabo hasta ahora tienen en un pasado suficientemente, remoto, un gran número de eventos en común. La idea es que manera todos los eventos en el universo están altamente correlacionados por acontecimientos en su pasado común. Entonces los resultados de los experimentos en cuestión tendrían una explicación local en la que dichas correlaciones invalidarían la aplicabilidad del teorema de Bell. A este tipo de enfoque se le conoce como super-determinismo, puesto que para que tenga posibilidad de funcionar, requiere no solamente un determinismo al estilo de la mecánica Newtoniana, sino algo que va mucho mas allá, y es que al considerar el estado completo del universo en un pasado tan remoto como se quiera, dicho estado tendría que ser muy especial, conteniendo en particular una infinidad de correlaciones precisas y robustas de modo de dar cuenta, entre otras de todas los experimentos

concebibles que violan las desigualdades de Bell (si es que la teoría ha de reproducir siempre las predicciones cuánticas).

En contra de esta postura se suele argumentar entre otras cosas, que un modelo de ese tipo sería tan complejo que, en la práctica se volvería imposible de construir, que de existir y ser correcto, se invalidaría todo el método científico (incluyendo por ejemplo los métodos usados en prueba de tratamientos médicos, etc.).

En este trabajo presentaremos el primer modelo completamente general y concreto, descrito en todo detalle, que justamente, negando de manera explícita la hipótesis de SI, logra reproducir todas las predicciones de la Mecánica Cuántica incluyendo las violaciones de las desigualdades de Bell a pesar de tratarse de un modelo completamente local.

Culminaremos evaluando brevemente las bondades del modelo, así como como sus aspectos negativos.

Charla basada en el trabajo:

``On Superdeterministic Rejections of Settings Independence ''

G S. Ciepielewski y E. Okón y D. Sudarsky

British Journal for the Philosophy of Science, en prensa, arXiv:2008.00631

Superposiciones cuánticas en el espacio y la posibilidad de señalización superlumínica

Elias Okon

Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

Un experimento pensado, que involucra la interacción (gravitacional o electromagnética) entre dos objetos, uno colocado en un estado de superposición cuántica de dos ubicaciones, parece permitir comunicación superlumínica. Sin embargo, se ha argumentado que si los campos mediadores son dotados de propiedades cuánticas, entonces la posibilidad de señalización superlumínica se evita por completo. En este trabajo, señalaré varias limitaciones de esta y otras evaluaciones relacionadas y mostraré que atención a cómo se distribuye el enredamiento en el experimento permite mostrar de lleno la imposibilidad de comunicación superlumínica.

Espacio-tiempo, simetrías y observadores

Adán Sus

Universidad de Valladolid, España

Earman (1989) formula dos principios de simetría, presentados como condiciones de adecuación entre dinámica y espaciotiempo en teorías del movimiento, que prescriben la equivalencia entre las simetrías dinámicas y las simetrías espacio-temporales. Muchos de los debates recientes acerca del estatuto de las simetrías en física tiene que ver con la validez, limitación o refutación, y justificación de los principios de Earman. Prueba de ello son algunas defensas de la llamada perspectiva dinámica (dynamical approach) sobre la relatividad, que toman dichos principios como analíticos o, en el lado opuesto, posiciones que defienden que existen contra-ejemplos históricos a la equivalencia entre simetrías espacio-temporales y simetrías dinámicas.

En esta charla abordo directamente la cuestión de la justificación de los principios de Earman, con la intención de proporcionar una versión mejorada de un principio que relacione simetrías espacio-temporales y simetrías dinámicas. Parte del problema con la formulación original radica en que no deja claro qué sean los dos extremos de la equivalencia, dicho de otro modo, no se especifica cómo caracterizar las nociones de simetría dinámica y simetría espacio-temporal. La propuesta de mejora debe pasar, pues, por una clarificación del significado de estos términos, de manera que puedan formar parte de la formulación de un principio que ha de jugar un papel central en la identificación de las estructuras espacio-temporales de una teoría.

Para ello, propongo conectar dos discusiones distintas que se dan en el contexto de las teorías espacio-temporales. La primera se da en torno al llamado “Problema del Espacio”, abordado por autores como Riemann, Helmholtz, Poincaré, Lie o Weyl. Puede argumentarse que la motivación central detrás de estas propuestas, de carácter distinto, tiene que ver con la formulación de las condiciones a partir de las que se pueda derivar la geometría espacial – en el contexto pre-relativista – y la crono-geometría local espaciotemporal – en la versión relativista de Weyl. Una dimensión de estas perspectivas, que resulta especialmente prometedora para la formulación de un principio de simetría del tipo buscado, es que apuntan a una conexión explícita entre crono-geometría

espaciotemporal y ciertas condiciones (movilidad libre en la formulación original) que pueden interpretarse como dinámicas. Discutiré la posibilidad de generalizar estos resultados y trataré de extraer lecciones acerca de cómo caracterizar las simetrías espaciotemporales.

Por otro lado, nos encontramos con la discusión sobre la relevancia física y empírica de las distintas transformaciones de simetría. Una perspectiva natural, desarrollada recientemente por David Wallace, consiste en vincular la cuestión del significado físico de las simetrías a la de cómo las transformaciones de simetría se aplican a los distintos sub-sistemas y hasta qué punto se extienden a transformaciones que incluyen al entorno (otros sub-sistemas), además de considerar cómo dichas transformaciones afectan al proceso físico de la medida. Partiendo de este marco general para la interpretación de las simetrías, pretendo proporcionar una caracterización de las simetrías dinámicas que permita hacer explícita su conexión con las simetrías espacio-temporales.

El resultado de combinar apropiadamente estas dos discusiones debería de ser la formulación de un principio de simetría mejorado, junto con un marco en el que discutir sus fundamentos y entender sus limitaciones. En términos generales, de acuerdo con esta propuesta, la identificación de ciertas estructuras, en la formulación de las teorías físicas, como espacio-temporales depende de la posibilidad de interpretarlas como codificando ciertos rasgos del acceso empírico de observadores ideales.

Alineaciones estelares y el descubrimiento de la precesión

Gonzalo Luis Recio

*Universidad Nacional de Quilmes-CONICET/Universidad Pedagógica Nacional,
Argentina*

En el Almagesto, Claudio Ptolomeo (s. II d.C.) explica de qué manera Hiparco de Nicea (s. II a.C.) había detectado, a partir de observaciones de eclipses lunares varios siglos anteriores, el lento cambio de longitud de ciertas estrellas ubicadas en la banda del zodíaco. A partir de este descubrimiento, la pregunta por si sólo las estrellas zodiacales o todas las estrellas fijas estaban sometidas a este movimiento fue una de las cuestiones centrales en las discusiones astronómicas pre-ptolemaicas. En la ponencia voy a explicar el camino seguido por Hiparco para descubrir la precesión, y luego voy a enfocarme en los esfuerzos de Hiparco y Ptolomeo para saldar la pregunta por la extensión de ese fenómeno.

La dinámica planetaria de Johannes Kepler

Diego Pelegrin

UBA / UNLP / UNLZ / UNLu, Argentina

Entre los capítulos 33 y 39 de *Astronomia Nova*, Johannes Kepler elabora la primera parte de una curiosa dinámica planetaria en la cual imagina al Sol como si fuera un inmenso imán. De acuerdo con el modelo de Kepler, los planetas son movidos por una fuerza de naturaleza magnética emanada desde el Sol que se expande a lo largo del Universo. La propuesta de Kepler requiere que el Sol rote sobre su propio eje. Kepler postula, por lo tanto, la rotación solar e incluso infiere el sentido de rotación, la inclinación del eje de rotación y su velocidad mínima. Aun si la noción de una fuerza magnética responsable del movimiento planetario fue descartada por las teorías astronómicas posteriores, las inferencias relativas a la rotación solar fueron conservadas. De hecho, poco tiempo después de la publicación de *Astronomia Nova*, la rotación solar iba a ser sostenida por Galileo para explicar las variaciones aparentes de la superficie solar. Más adelante, en el capítulo 57, Kepler completa su dinámica a fin de explicar físicamente el carácter excéntrico de las órbitas planetarias. De modo semejante al Sol, los planetas son considerados como si fueran imanes o en todo caso como esferas atravesadas por ejes magnéticos. Mostraré que de la dinámica planetaria de Kepler puede ser derivada la forma elíptica de las órbitas de los planetas y arriesgaré que, por tanto, pudo haber guiado el camino hacia la «primera ley del movimiento planetario».

Conceptos de tiempo y espacio en el conocimiento educativo mapuche

Héctor Torres Cuevas¹ y Daniel Quilaqueo²

¹ *Universidad del Bío-Bío, Chile*

² *Universidad Católica de Temuco*

Presentamos resultados de un estudio que aborda los conceptos de tiempo y espacio del sistema de conocimientos educativos mapuche. Este sistema educativo genera, desde una lógica inductiva, la producción de conocimientos en relación con el principio relacional Persona-Naturaleza-Espiritualidad, contextualizado a un territorio específico. En este caso, es lo que hemos pesquisado (conocido) en el discurso y práctica de kimches (sabios) en la enseñanza familiar de niños, niñas y jóvenes. Para ello recurren a la memoria social familiar-comunitaria que se transmite de generación en generación. Asimismo, observamos que, tanto en el conocimiento de los pueblos indígenas de América como en los conocimientos educativos mapuche, subyace una racionalidad educativa que le otorga sentido y orden a procesos cíclicos de la naturaleza, el cosmos y el medio social. En este sentido, el ser humano (la persona) constituye una réplica de la estructura cósmica con cuatro rumbos y un centro regido por el Oriente como el rumbo más fuerte que permite ordenar las regiones del mundo (Arce 2007; Hirose 2007-2008; Cárdenas 2005). Por tal motivo, el recorrido del sol de Oriente a Poniente es el eje ordenador del tiempo y del espacio. Entonces, desde la racionalidad educativa mapuche, el universo está conformado verticalmente por tres planos superpuestos y orientados de manera horizontal hacia cuatro regiones (Huenchulaf, Cárdenas y Ancalaf 2004). Para la construcción de estas concepciones, como señalan Zapata (2007) y Morante (2000), en las comunidades indígenas, sus habitantes utilizan referentes conceptuales presentes en su mundo, tales como estrellas, montañas, ríos, lagos, animales o plantas.

Los resultados de nuestras investigaciones permiten describir los conceptos de tiempo y espacio desde el saber educativo mapuche. Los saberes entrelazan creencias, imágenes, códigos y lenguajes que conservan elementos del pasado y, a su vez, se vinculan con los cambios experimentados por la familia mapuche en la actualidad. Estos son saberes significativos para el mapuche, ya que le permiten organizar sus actividades cotidianas vinculadas a la agricultura, ganadería, viajes, ceremonias y reuniones familiares. Asimismo, se logra identificar en los conceptos de tiempo y espacio información que no

se encuentra explícita, sino que emerge producto de la relación que se establece con la naturaleza y con fuerzas espirituales representadas en la figura de Günechen. En este sentido, los conceptos de tiempo y espacio son el resultado de una constante interacción dialógica, que forma parte activa de las acciones que se desarrollan en el medio familiar y comunitario mapuche.

Palabras clave: conceptos de tiempo y espacio, mapuche, conocimiento educativo.

Primitivismo y reduccionismo en el debate sobre la dirección del tiempo

Cristian Lopez

CONICET, Argentina

La dirección del tiempo ha sido usualmente asociada con fenómenos termodinámicos. Por ejemplo, se ha argumentado que el aumento de entropía en sistemas aislados es la base física de la direccionalidad del tiempo. Otros fenómenos físicos, como la radiación electromagnética, la expansión del universo, o el aumento de complejidad han servido también como fundamento físico de la dirección del tiempo, aunque en menor medida. Sin embargo, la mayoría de estos enfoques sufren de un problema en apariencia fatal –las ecuaciones dinámicas de movimiento que describen estos fenómenos resultan invariantes ante inversión temporal, por lo cual, si tales fenómenos exhiben una flecha del tiempo, lo hacen sólo en un sentido derivado o emergente. En virtud de esto, el problema de la dirección del tiempo en filosofía de la física ha consistido, en buena medida, en explicar por qué fenómenos temporalmente asimétricos tienen como base una descripción temporalmente simétrica.

El objetivo de esta presentación es doble. Por un lado, argumento que las formulaciones canónicas del problema de la dirección del tiempo suponen un enfoque reduccionista de la dirección del tiempo. En virtud de ello, ofrezco una formulación más general del problema que permite distinguir dos enfoques: primitivismo y reduccionismo. En este último, es posible distinguir entre un reduccionismo eliminativista y uno conservativo. Esta formulación y clasificación de enfoques filosóficamente viables traza un mapa general de las principales respuestas al problema de la dirección del tiempo existentes en la literatura. Por otro lado, presento dos argumentos que ponen en cuestión cualquier variante de enfoque reduccionista. Si los argumentos son aceptados, entonces sirven como base para desarrollar un enfoque primitivista de la direccionalidad del tiempo.

Aspectos geométricos en Relatividad General y teorías alternativas

Cecilia Bejarano

IAFE: CONICET - UBA

La Relatividad General es la teoría que describe el comportamiento del campo gravitatorio. Su rol es protagónico en diversos escenarios físicos abarcando escalas desde el sistema solar hasta la expansión del universo, incluyendo además escalas pequeñas como en el interior de los agujeros negros.

En esta charla, introduciremos algunas nociones geométricas que dieron lugar a diversas descripciones alternativas más allá de la teoría de Einstein y que, a su vez, se encuentran en su propia base a partir de sus tres formulaciones equivalentes.

Posibilidad y Tiempo en Mecánica Cuántica

Olimpia Lombardi¹, Matías Pasqualini² y Sebastian Fortin¹

¹ CONICET - Universidad de Buenos Aires, Argentina

² Universidad Nacional de Rosario, Argentina

Es usual emplear vocabulario modal en el ámbito de la física en general y de la mecánica cuántica en particular. La noción de “posibilidad” en que se resuelven las categorías modales admite dos interpretaciones. La interpretación actualista, que resulta hoy en día dominante, considera que toda posibilidad es actual o no es en absoluto. La interpretación posibilista distingue en el dominio de lo real entre el ámbito de lo actual y de lo meramente posible. Según el posibilismo, es dable que ciertas posibilidades no lleguen nunca a actualizarse. La cuestión de la interpretación de la noción de posibilidad reviste una urgencia particular cuando entramos en el dominio cuántico, ya que en este dominio la modalidad parece responder a una característica intrínseca de la realidad representada por la cuántica y no se reduce a un emergente meramente epistémico. Un primer objetivo de esta presentación será, por tanto, dar cuenta de las diferentes interpretaciones filosóficas de la noción de posibilidad y analizar cómo una concepción actualista o posibilista yace por debajo de algunas interpretaciones de la mecánica cuántica corrientes. Por otro lado, la noción de tiempo empleada en el dominio cuántico reviste ciertas particularidades que la diferencian de la noción de tiempo empleada en el dominio clásico. Mientras que en este último dominio el tiempo de la evolución dinámica es también el tiempo en que ocurren los eventos físicos, en el dominio cuántico la noción de tiempo se desdobra. Tenemos, por un lado, una primera noción de tiempo como parámetro vinculado a la dinámica de la distribución de probabilidad entre los valores posibles de cada observable. Sin embargo, por otro lado, la teoría no contiene ninguna representación teórica que permita dar cuenta del tiempo en que ocurren los eventos cuánticos, es decir, el tiempo en que los observables adquieren valores definidos. Precisamente, la diversidad de interpretaciones viene a suplir de una u otra manera esa indefinición que entraña la teoría respecto en general a qué eventos han de ocurrir y en particular respecto al tiempo en que ocurren dichos eventos. Un segundo objetivo de esta presentación es llamar la atención sobre el vínculo que estimamos existente entre el tiempo parámetro y el dominio de la posible (en términos posibilistas) y el tiempo de eventos y el dominio de lo actual.

Por último, se conocen esfuerzos, motivados por la búsqueda de una solución al problema del tiempo formulado en el contexto del programa de una teoría cuántica de la gravedad, por eliminar el carácter absoluto que parece ostentar el tiempo del que depende la evolución del estado de los sistemas cuánticos y reducirlo a correlaciones internas entre observables cuánticos desde la perspectiva de sistema cerrado (e. g., Page & Wootters 1983). Sin embargo, no abundan intentos de interpretar relacionamente al tiempo de eventos (como excepción: Fortin, Lombardi y Pasqualini 2021). Un tercer objetivo de esta presentación es proponer una construcción relacional del tiempo de eventos que pueda resultar un complemento adecuado al programa relacionalista aplicado al tiempo parámetro. Para ello asumimos los postulados interpretativos de una interpretación modal en particular, la interpretación modal-Hamiltoniana, y proponemos un modelo sencillo basado en el modelo de mediciones consecutivas.

Referencias

- Busch, P.: The time-energy uncertainty relation. In: Muga, J., Mayato, R.S., Egusquiza, I. (eds.) *Time in Quantum Mechanics. Lecture Notes in Physics*, vol. 734, pp. 73–105. Springer, Berlin-Heidelberg (2008)
- Fortin, S., Lombardi, O. & Pasqualini, M. Relational Event-Time in Quantum Mechanics. *Found Phys* 52, 10 (2022)
- Lombardi, O., Castagnino, M.: A modal-Hamiltonian interpretation of quantum mechanics. *Stud. Hist. Philos. Mod. Phys.* 39, 380–443 (2008)
- Lombardi, O., Fortin, S. and Pasqualini, M.. "Possibility and Time in Quantum Mechanics" *Entropy* 24, no. 2: 249 (2022)
- Page, D., Wootters, W.: Evolution without evolution. *Physical Review D* 27, 2885–2892 (1983)