

Colonialidad del saber/poder en la educación y el conocimiento científico-tecnológico en América Latina. El caso de la mecánica cuántica en la investigación y la formación universitaria.

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Christian de Ronde

*Universidad Nacional Arturo Jauretche.
Universidad de Buenos Aires, CONICET, Argentina*

E-mail: cderonde@gmail.com

Resumen

El proyecto busca exponer de manera crítica el entramado de fundamentos metafísico-políticos que se encuentran en la base del sentido y desarrollo tanto de la ciencia como de la tecnología contemporáneas. Al mismo tiempo producir un estudio que considere las formas de colonialidad del saber/poder que se expresan en el conocimiento científico-tecnológico en América Latina explicitando, a partir de las nociones de *representación*, *experiencia* y *poder*, las valoraciones y jerarquías que se desprenden de estos fundamentos. Buscaremos analizar como caso específico el desarrollo de la física cuántica en el siglo XX a partir de la creación de la bomba atómica (proyecto Manhattan) y la denominada 'Big Science'. Finalmente, determinar a partir de este desarrollo la radical transformación de las nociones de *representación* y *experiencia* dentro de la ciencia y la técnica contemporáneas.

Palabras clave: Colonialidad, Representación, Poder, Mecánica cuántica, Educación

Abstract

The project aims to expose critically the web of metaphysic-political foundations that ground the meaning and development of both contemporary science and technology. Simultaneously, we attempt to produce a study that considers the forms of power/knowledge colonialism expressed explicitly in the scientific and technological development in Latin America. Starting from the notions of *representation*, *experience* and *power*, we will analyse the hierarchies and valuations that emerge from these fundamentals. We will analyse specifically the development of quantum physics in the twentieth century after the creation of the atomic bomb (Manhattan Project) and the creation of the so-called "Big Science". Finally, determine the radical transformation of the notions of representation and experience within contemporary science and technology.

Keywords: Colonialidad, Representation, Power, Quantum Mechanics, Education

I. OBJETIVO GENERAL

Exponer de manera crítica el entramado de fundamentos metafísico-políticos que se encuentran en la base del sentido y desarrollo tanto de la ciencia como de la tecnología contemporáneas y producir un estudio que considere las formas de colonialidad del saber/poder que se expresan en el conocimiento científico-tecnológico en América Latina explicitando, a partir de las nociones de *representación*, *experiencia* y *poder*, las valoraciones y jerarquías que se desprenden de estos fundamentos.

A. Objetivos específicos

i. Poner en debate la necesidad de brindar en la educación científico-tecnológica un conjunto de herramientas conceptuales que les permitan comprender a los estudiantes –en el futuro trabajadores científico-tecnológicos– de manera crítica tanto su propia praxis como el entramado de relaciones de poder en que se encuentran inmersos.

ii. Analizar como caso específico el desarrollo de la física cuántica en el siglo XX a partir de la creación de la bomba atómica (proyecto Manhattan) y la denominada 'Big Science', considerando el

fundamento metafísico-político que hizo posible tal desarrollo, y sus consecuencias tanto en la investigación como en la formación universitaria de profesionales.

iii. *Analizar cómo esta nueva concepción de la ciencia desarrollada a partir de la 'Big Science' determina asimismo una radical transformación de las nociones de representación y experiencia dentro de la ciencia y la técnica contemporáneas, y como esta concepción se transformó en un dispositivo de colonialidad del saber/poder en América Latina.*

iv. *Diseñar, a partir de la investigación desarrollada, un texto universitario para la materia de Física 3 de la Universidad Nacional Arturo Jauretche.*

II. CONTEXTO GENERAL

El proyecto se propone reflexionar en torno al problema de la *praxis* y la educación del conocimiento científico-tecnológico en América Latina. El desarrollo de la ciencia y la tecnología en el mundo contemporáneo en tanto medios de producción implica relaciones de poder complejas entre individuos, Estados y empresas privadas. Estas relaciones han producido subjetividades capaces de llevar a cabo un conjunto de tareas específicas en un mercado complejo en evolución permanente. El giro lingüístico¹ profundizó en el siglo XX la crisis –ya presente en la arquitectónica kantiana– referida a la *representación* del mundo, de las cosas y de los hechos a través de las palabras (Foucault, 2007). Sin embargo, fuera del ámbito específico de la filosofía y las ciencias sociales, aún en el presente, la concepción ortodoxa de una ciencia y tecnología positivas asume la independencia explícita de su *praxis* respecto de presupuestos metafísico-políticos. Se sostiene entonces que, al contrario de las ciencias humanas, tanto el trabajo teórico como aquel desarrollado en el laboratorio por parte del investigador son ámbitos del conocimiento objetivos e independientes de tales posicionamientos. La toma de posición política por parte del científico se da en otra instancia “fuera del laboratorio”, la cual permanece a distancia segura de la actividad científica *per se*. Todo científico o tecnólogo presupone aún hoy que la observación de una ‘mancha’ o un ‘clic’ en un detector es un hecho a distancia segura de toda interpretación (Fuchs & Peres, 2000). Las críticas ya conocidas a las actividades científicas y tecnológicas en el campo de las ciencias humanas no parecen haber logrado penetrar el entramado de su producción (Latour, 2007; Prigogine & Stengers, 1986; Sabato 2011; Varsasky, 2013) y el debate parece haberse restringido convenientemente a problemáticas morales y de toma de decisión por parte del investigador. Hoy, más allá del supuesto fin de la metafísica y las ideologías (Llyotard, 1987) la escisión entre ciencia y tecnología por un lado y de metafísica y política por otro, ha permitido –muy por el contrario– continuar fundando acríticamente la *praxis* científico-tecnológica en una ideología pragmático-utilitarista al tiempo que se sostiene una discusión moral en donde el entramado de relaciones que fundamenta su actividad permanece invisible e inalterable.

En este proyecto nos interesa, en primer lugar, reconsiderar y exponer de manera crítica el entramado de fundamentos metafísico-políticos que se encuentran en la base del sentido y desarrollo tanto de la ciencia como de la tecnología contemporánea. En segundo lugar, buscamos desarrollar un estudio que considere las formas de colonialidad que se desarrollan a partir de estos fundamentos en el conocimiento científico-tecnológico en América Latina. Para ello nos interesa considerar especialmente la noción de colonialidad desarrollada por Quijano y Lander (2005). En este sentido, nos interesa particularmente describir y analizar los dispositivos que se ponen en funcionamiento desde determinados centros de poder, como empresas transnacionales de capital concentrado y organismos internacionales, que recrean nuevas formas de eurocentrismo, específicamente en el campo de la ciencia y la tecnología.

En el contexto problemático general que determina el proyecto nos interesa analizar de modo específico el caso particular de la mecánica cuántica. En primer lugar, considerar la creación de la bomba atómica a partir del proyecto Manhattan y el desarrollo de la ‘Big science’, con el objetivo de determinar el conjunto de presuposiciones metafísicas y políticas referidas al sentido y significado de la ciencia que posibilitaron tal desarrollo. En segundo lugar, continuar con el análisis presentado en (de Ronde, 2011, 2014a, 2014b) sobre como el problema de la representación de la mecánica cuántica fue desplazado, bien a través el mero desarrollo técnico e instrumental, bien a través de un conjunto de problemas teleológicos que en lugar de desarrollar nuevas *representaciones físicas y sentidos de la experiencia* busca justificar el denominado “sentido común”. A partir de estos análisis buscamos considerar de manera crítica la enseñanza actual de la mecánica cuántica en las universidades tomando en cuenta para ello los diversos textos universitarios utilizados en el presente con el objetivo de proponer nuevos modos de enseñanza tanto generales como específicos.

¹ El giro lingüístico, considerado de modo general, plantea la relación conflictiva entre lenguaje y realidad. Como señala Dardo Scavino (2000) el giro lingüístico puede comprenderse en términos de tres grandes derivas. Una deriva alemana hermenéutica, una deriva a anglo-americana pragmática y una deriva francesa post-estructuralista.

III. ESTADO ACTUAL

A. El problema de la representación en la mecánica cuántica

La noción de representación ha ocupado un lugar central en el pensamiento occidental desde Kant, quien introdujo en su arquitectónica la controvertida relación entre sujeto y objeto, entre lo que aparece, lo que se presenta y su sentido o representación. En el siglo XX esta problemática kantiana ha suscitado un sinnúmero de derivas en torno a la relación siempre problemática entre las palabras y las cosas. La ciencia no ha escapado a este debate fundamental respecto del fundamento de sus proposiciones. Si bien el concepto de representación ha sido intensamente discutido en la filosofía de la ciencia en relación con los modelos científicos (Suppes, 2002; Bailer-Jones, 2009; Suárez (Ed.), 2009) la elucidación de esta relación permanece todavía abierta. Y si bien existe hoy un renovado interés en el problema de la representación científica en general y de la representación de la mecánica cuántica en particular (van Fraassen, 1991; 2008 y Suárez, 2009), aparecen también serios inconvenientes. Una de las dificultades más importantes a la hora de abordar esta cuestión resulta la falta de un sentido técnico y uniforme del término ‘representación’ –así como también de su problemática– dentro de la comunidad científica. Como señala Suárez (2003, p. 225): “*Muchos filósofos de la ciencia estarían de acuerdo con la idea de que uno de los objetivos más importantes de la ciencia es el de representar el mundo. [...] Sin embargo qué es aquello que los filósofos entienden por ‘representar’ resulta menos claro. No existe una exposición de tal noción bien establecida en la ciencia.*” En nuestro caso, consideramos el problema de la representación como aquél que pone en evidencia la distancia entre las palabras (la representación) y las cosas (lo representado), entre lo que *se aparece* y su *sentido*. En las teorías científicas este problema se expresa en la tensión que sostiene la relación entre teoría y mundo, entre expresiones matemáticas y leyes universales, entre modelos formales y experiencias actuales. Evidentemente, la justificación de esta relación debe analizarse cuidadosamente en términos filosóficos, puesto que su articulación descansa también en el lenguaje, un lenguaje referencial que parece presuponer al mundo.

En el contexto específico de la ciencia, el positivismo continuó una crítica recurrente para el siglo XX al pensamiento metafísico –considerado como dogma, pensamiento del fundamento, pensamiento de la verdad última– refundando, a partir de Ernst Mach, el conocimiento en torno a la *observabilidad* (Mach, 1987). Con el advenimiento del Círculo de Viena (Carnap *et al.*, 1929), el fundamento empírico del positivismo fue extendido al análisis lógico del lenguaje de las teorías científicas. Sin embargo, el proyecto de articular la relación empírico-formal a partir de la distinción entre *términos teóricos* y *términos empíricos* no logró cumplir la promesa de justificar la independencia de dichos términos. La razón fundamental parecería ser que las observaciones actuales –o términos empíricos– no pueden ser considerados sin tomar en cuenta una estructura teórica previa. Como hubiera señalado el filósofo de Königsberg: son las categorías y las formas de intuición aquellas que permiten una articulación objetiva de la experiencia. De este modo, el *hic et nunc* parece filtrarse entre dos perspectivas aparentemente contradictorias, bien como elemento *creado* por nuestras teorías y nuestro lenguaje, nuestras representaciones; bien como elemento *descubierto* a partir de la sensibilidad que se expone ante aquello que se nos presenta.

Más allá de los problemas de la física clásica y su referencia al mundo, el interés de los filósofos en la mecánica cuántica radica en que esta nueva teoría nos introduce con inconvenientes más radicales que sus predecesoras, puesto que no sólo desarticula sino que también parece horadar los fundamentos mismos de lo representable. Justo en el límite de lo decible, de lo pensable, la cuántica parece forzarnos no sólo a reconsiderar el lenguaje clásico, sino también a abandonarlo. Mientras que el problema de la representación en la física clásica parece remitirse a la justificación de la relación entre ‘lo que se presenta’ y ‘lo que se representa’, la mecánica cuántica introduce de modo explícito la falta de un lenguaje apropiado para referirse tanto al formalismo como a los denominados fenómenos cuánticos. Para decirlo de un modo concreto: *no sabemos de qué habla la teoría cuántica*. No contamos con un lenguaje ni con un consenso en la comunidad científica acerca de aquello que representa la teoría (de Ronde, 2011). Este distanciamiento entre la teoría física y el mundo plantea consecuencias fundamentales en la concepción del sentido y significado de la ciencia que analizaremos a lo largo del proyecto.

B. Las derivas interpretativas de la física cuántica y la noción de experiencia

Hemos discutido anteriormente (de Ronde, 2012) la posibilidad de caracterizar el mapa de la física contemporánea a partir de dos grandes derivas. En primer término una línea técnico-utilitarista demarcada por la denominada “big science” –con su origen en el proyecto Manhattan– donde el modo de producción apunta exclusivamente a la resolución de una empresa técnica específica. La singularidad del científico es aquí reemplazada por un colectivo dirigido hacia el desarrollo de un fin determinado, diagramado y

configurado por especialistas incluso exteriores a la disciplina. Pensada a partir de estas coordenadas, la física debe ser entendida en términos de mera *producción técnica, como un aparato de resolución algorítmica*. Existe en este caso una lógica del cálculo² que llevada a su extremo más radical permite concebir a las teorías físicas en tanto meros algoritmos de cálculo sin relación alguna con la realidad física. Esta deriva anti-metafísica extremada a partir del desarrollo de la “big science” en la segunda mitad del siglo XX ha demostrado en Hiroshima y Nagasaki que, desde esta perspectiva, el poder de la física radica no sólo en su capacidad de pensar, sino también de afectar al mundo. Richard Feynman (1994, p. 53), muerto tras desarrollar distintos tipos de cáncer probablemente por la misma radiación que observo en las pruebas nucleares que dieron lugar a la bomba, nos relata la desventura de los físicos antes de la segunda guerra mundial al señalar que: “En ese tiempo nadie sabía lo que era un físico, y no existían posiciones de trabajo en la industria para los físicos. Ingenieros, puede ser; pero físicos –nadie sabía cómo usarlos. Resulta interesante que muy pronto, luego de la guerra, era exactamente lo opuesto: la gente quería físicos por todas partes.” Desde esta perspectiva pragmática, las preguntas que remiten a la justificación de las teorías físicas o la búsqueda de una comprensión de la relación teoría-mundo debe ser relegada al cálculo algorítmico de resultados experimentales. “Cállate y calcula!”, ése ha sido el grito que se ha escuchado por parte de esta visión utilitaria de la física y del mundo. Puesto que la pregunta por un justificativo metafísico ha sido dejada ya de lado, la física podría entonces considerarse como una pragmática subsidiaria de la *tecné*, un pluralismo técnico carente de fundamento, o como señalan las palabras de Vaihinger (1952) que resuenan hoy tal vez más actuales que nunca: como una mera “ficción útil”. Como reacción directa de este proceso encontramos también una línea que vuelve sobre un *realismo representacional pre-crítico y anacrónico*, el cual, ascendiendo por sobre la experiencia, busca encontrar en formalismos matemáticos abstractos la ecuación última que permita concluir la historia: *The Theory of Everything* (T.O.E.).³ Si la teoría de supercuerdas necesita, para probar algunas de sus hipótesis, un acelerador de partículas del tamaño de nuestra galaxia, tal vez ha llegado la hora de que la física deje de lado la experiencia. No es extraño entonces escuchar hoy a premios Nobel contemporáneos como Gerard t’Hooft (2001) señalar que el progreso científico puede continuar ahora dejando de lado los experimentos si los teóricos utilizan cuidadosamente las herramientas que proporciona la lógica. Steven Weinberg (2003) ha ido aún más lejos al sostener que ésta puede marcar “una época heroica en la que los teóricos puedan poner fin a sus ligaduras experimentales y hacer uso del razonamiento teórico puro para desarrollar una teoría unificada de todos los fenómenos de la naturaleza.” Esta deriva Pitagórico-Platónica busca, a partir del análisis lógico, el camino seguro que finalmente la conduzca hacia *la verdad*. Como hemos señalado, estas dos líneas, aparentemente opuestas, se articulan ambas con el objetivo de justificar el denominado “sentido común”. Ya sea en términos de una ‘experiencia algorítmica’ concatenadora de series de ‘resultados experimentales’; ya sea negando la experiencia, alejándose de este mundo y ascendiendo hacia otro, más perfecto, mundo matemático formal. Mientras en el primer caso la experiencia –asumida como algo dado, autoevidente– resulta vacía e incoherente, sin conceptos que la articulen, en el segundo, se concluye la completa obturación de todo tipo de experiencia.

En diversos trabajos (de Ronde, 2009, 2010, 2012, 2014a, 2014b) hemos señalado como la teoría de los cuantos no ha escapado al panorama que acabamos de describir. Por un lado, autores como Christopher Fuchs y Asher Peres (2000) se han animado a sostener lo que muchos piensan: *La mecánica cuántica no necesita una interpretación*. Este es el título de un trabajo del año 2000 –exactamente a un siglo del nacimiento de la mecánica cuántica– en donde los autores sostienen que: “[...] la teoría cuántica no describe la realidad física. Lo que hace es proveer un algoritmo para computar probabilidades de los eventos macroscópicos (‘clicks’ en el detector) que son consecuencia de las intervenciones experimentales. Esta definición estricta del alcance de la teoría cuántica es la única interpretación necesaria, ya sea para los físicos experimentales o para los teóricos.” (Op. Cit., p. 1) Por otro lado, si nos referimos a la interpretación de la teoría –un campo ocupado fundamentalmente por los filósofos de la ciencia– se destacan por sobre el resto: la interpretación de muchos mundos y la teoría de variables ocultas de Bohm. Mientras que la interpretación de muchos mundos va tan lejos como proponer la existencia de “mundos inobservables” para explicar los estados cuánticos superpuestos –determinando una violación extrema del principio de Ockham–; la mecánica bohmiana se sostiene sobre el dogma – antes debatido y confrontado por Mach– de la existencia de partículas con trayectorias bien definidas en el espacio-tiempo. Según Bitbol (2010, p. 8): “La teoría original de Bohm de 1952 es seguramente la más metafísica (en el sentido más fuerte, especulativo) de todas las lecturas de la mecánica cuántica. Esta teoría postula la existencia de trayectorias de partículas libres en el espacio-tiempo, trayectorias que son no observables en virtud de la propia teoría.” Más allá de los severos inconvenientes que ambas

² Referido a la ciencia y su devenir técnico: Heidegger, Martin, “La pregunta por la técnica”, en *Conferencias y artículos*, trad. E. Barjau, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1994, pp. 9-37.

³ En referencia a la idea de una teoría del todo, ver por ejemplo: Weinberg (1992).

propuestas contienen,⁴ estas versiones defendidas hoy por filósofos de la ciencia van en contra de los principios fundantes del pensamiento denominado “analítico” al cual sin duda pertenecen.

C. Colonialidad del saber/poder en el conocimiento científico-tecnológico.

Las formas de producción, divulgación y transmisión de conocimiento en la educación de la mecánica cuántica en las universidades resulta un ámbito de análisis central del proyecto. Buscaremos especificar y explicitar como los fundamentos metafísico-políticos de la ciencia y la tecnología son luego efectivizados en los textos universitarios determinando una matriz de jerarquía y valorización en la propia *praxis* científico-tecnológica. La hipótesis que intentaremos justificar es que la concepción de la ciencia y la tecnología determina en sí misma las formas y los modos de transmisión científico-tecnológica. A su vez, esta formación presentada como objetiva (a-política, a-histórica y anti-metafísica) incluye de un modo implícito una perspectiva tanto ético-metafísica como política que responde a intereses particulares. Nuestra investigación busca analizar la formación y producción científico-tecnológica poniendo en evidencia la matriz metafísico-política sobre la cual se encuentra constituida produciendo de este modo una deconstrucción interna de los fundamentos de la ciencia. Abonando a la perspectiva, Alvarez Newman (2011; 2012 y 2013) ha realizado avances significativos en relación a la mutación del conocimiento científico de la ingeniería y la física aplicado en empresas transnacionales de capital concentrado que someten los conocimientos técnicos del proceso de trabajo a una gestión managerial del saber. Problemáticas centradas en la disciplina en las fábricas traccionan y redireccionan los saberes técnicos clásicos de los ingenieros en relación a la “calidad” de los productos. Mientras la ingeniería clásica dedicada a la producción en las grandes empresas estaba vinculada a la inspección de la calidad de los productos (Shewhart, 1931), en la actualidad se ha consolidado una tendencia vinculada a la gestión de las personas (Deming, 1986; Juran, 1990). Esta mutación da lugar a la subsunción del saber técnico de los físicos e ingenieros a una lógica managerial, exacerbada en la fase actual del capitalismo global. Esta lógica managerial, a su vez, se instituye mediante una serie de tecnologías sociales tendientes a formar un nuevo tipo de profesional en donde priman menos las calificaciones técnicas y más las competencias sobre cómo ser un empresario de sí mismo.

IV. METODOLOGÍA

Como se desprende de los objetivos y las hipótesis, este proyecto consta de varios tipos de abordajes. Un análisis filosófico referido al análisis de los fundamentos metafísico-políticos que justifican el sentido de la ciencia, un análisis histórico-teórico que buscara dar cuenta del proyecto Manhattan y de sus consecuencias para la investigación y la formación universitaria, y un análisis físico-teórico referido a los modos en que los fundamentos metafísico políticos son implementados en la educación universitaria. En este sentido la metodología será de tipo *multidisciplinar*. La investigación se llevará adelante mediante un relevamiento, lectura y análisis crítico de un corpus bibliográfico seleccionado. Específicamente se trabajará con un grupo de autores y textos provenientes en su mayoría de la filosofía de la ciencia, la filosofía política, la sociología de ciencia y la historia de la ciencia. Respecto de las fuentes se utilizarán tanto primarias como secundarias.

A. Análisis del fundamento metafísico-político en el desarrollo del proyecto Manhattan

En el contexto problemático que determina el proyecto nos interesa analizar de modo específico el caso particular de la mecánica cuántica. En primer lugar, considerar la creación de la bomba atómica y el desarrollo de la ‘Big science’ a partir del proyecto Manhattan, con el objetivo de determinar el conjunto de presuposiciones metafísicas y políticas referidas al sentido y significado de la ciencia que posibilitaron tal desarrollo

B. Consecuencias del proyecto Manhattan en investigación

En segundo lugar, analizar como el problema de la representación de la mecánica cuántica fue desplazado, bien a través el mero desarrollo técnico e instrumental, bien a través de un conjunto de problemas teleológicos que en lugar de desarrollar nuevas representaciones físicas y sentidos de la experiencia busc justificar el denominado “sentido común”. Nos interesa en este punto continuar las

⁴ Como el hecho de que el campo cuántico de la teoría de Bohm existe en el espacio de configuración y no en el espacio de fases o bien el hecho de que la experiencia de muchos mundos no se encuentra bien definida como tampoco la noción de probabilidad utilizada.

investigaciones presentadas anteriormente en (Alvarez Newman 2011, 2012 y 2013) respecto a la relación saber/poder/disciplina en las grandes empresas de capital transnacional concentrado. Debemos destacar que la noción de *poder* aparece aquí como central respecto de la articulación teórico-conceptual del proyecto. Si bien nos centraremos en la perspectiva elaborada por Michel Foucault (2002) en la recomposición de una mirada teórico conceptual del *poder*, será también central la noción de *hegemonía* elaborada por Antonio Gramsci (1992). Específicamente, nuestro abordaje en relación al poder intentará rastrear las fuentes productoras de saber, las formas de institucionalidad que las convierten en poder y los dispositivos de control social y técnico en la fase actual del capitalismo global (Alvarez Newman, 2014). Si bien partiremos de una perspectiva foucaultiana consideraremos otras concepciones de la noción de *poder* (Agamben 2007; Deleuze, 1999, 2008; Simondon 2008; Morfino 2010).

C. Consecuencias del proyecto Manhattan en la formación universitaria

A partir de estos análisis buscamos considerar de manera crítica la enseñanza actual de la mecánica cuántica en las universidades tomando en cuenta para ello los diversos textos universitarios utilizados en el presente y proponer nuevos modos de enseñanza tanto generales como específicos. Estudiaremos particularmente algunas de las nociones fundamentales (“problema”, “experiencia”, “sentido común”, “autoevidencia”) para el análisis crítico del modo en el que tradicionalmente se enseña física en la universidad. Sostenemos que el modo en el que se entienda dichas nociones decide el modo en el que se considera a la física: bien como una disciplina productiva de nuevos modos de comprensión, proponiendo por tanto un abordaje *activo* de la misma, o bien, por el contrario, como una disciplina que busca *justificar* el “sentido común” transformándose en el mero relato fehaciente de cómo alguien develó y resolvió los “problemas de la naturaleza.”

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo mediante el subsidio correspondiente al proyecto de investigación CONICET RES. 4541-12 (2013-2014). También a los proyectos: FWO project G.0405.08 and FWO-research community W0.030.06.

REFERENCIAS

- Adorno, Theodor (1998). *Educación para la emancipación*. Madrid: Ediciones Morata.
- Agamben, Giorgio (2007). *La potencia del pensamiento*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo.
- Alonso, M. & Finn, E. (1987). *Física - Vol. III Fundamentos cuánticos y estadísticos*. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Alvarez Newman, Diego (2012). Organización del trabajo y dispositivos de control en el sector automotriz: el toyotismo como sistema complejo de racionalización. *Revista Trabajo y Sociedad*, 15, (18). Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
- Bainbridge, K. (1976). *Trinity*. Los Alamos publication (LA-6300-H), Los Alamos Scientific Laboratory.
- Bardin, Andrea (2010). *Epistmeología e política in Gilbert Simondon. Individuazione, tecnica e sistemi sociali*. Vicenza: Fouriregistro.
- Bethe, H. A. (1991). *The Road from Los Alamos*. New York: Woodbury, NY: AIP Press.
- Bitbol, Michel (2010). Reflective Metaphysics. Understanding Quantum Mechanics from a Kantian Standpoint. *Philosophica*, 83, 53-83.
- Bokulich, Peter & Bokulich, Alisa (2005). Niels Bohr’s Generalization of Classical Mechanics. *Foundations of Physics*. 35, 347-371.
- Bourdieu, Pierre (1997). *La reproducción*. Barcelona: Laia.

- Chauí, Marilena (2003). *Política en Spinoza*. Buenos Aires: Editorial Gorla.
- Carnap, Rudolf, Hahn, Hans & Neurath, Otto (1929). *The Scientific Conception of the World: The Vienna Circle. Wissenschaftliche Weltauffassung*.
- Cohen-Tannoudji, Claude; Bernard Diu, Franck Laloë (1977). *Quantum Mechanics, Vol. 1*, Hermann.
- Curd, Martin and Cover, Jan Alan (1998). *Philosophy of Science. The central issues*. Norton and Company (Eds.), Cambridge: Cambridge University Press.
- da Costa, Newton & de Ronde, Christian (2013). The Paraconsistent Logic of Quantum Superpositions. *Foundations of Physics*, Volume **43**, Issue 7, 845-858
- Davidson, *The Decision to Drop the Bomb*, Nueva York: James West & Mark Hamilton Little.
- Deleuze, Gilles (1999). *Spinoza y el problema de la expresión*, Barcelona: Muchnik.
- Deleuze, Gilles (2008). *En medio de Spinoza*, Buenos Aires: Cactus.
- de Ronde, Christian (2009). El enfoque de descripciones complementarias: en búsqueda de un desarrollo expresivo de la realidad física. *Perspectivas Metodológicas*, **9**, 9-28.
- de Ronde, Christian (2010). Metaphysical Issues in the Philosophical Foundation of Quantum Mechanics. *Philosophica*, **83**, 5-14.
- de Ronde, Christian (2012). La filosofía de Spinoza y su pertinencia en la física contemporánea. *Libro del VIII Coloquio Internacional Spinoza*, pp. 191-200, Diego Tatián (comp.), Córdoba: Editorial Brujas.
- de Ronde, Christian (2014a). The Problem of Representation and Experience in Quantum Mechanics. En *Probing the Meaning of Quantum Mechanics: Physical, Philosophical and Logical Perspectives*, D. Aerts, S. Aerts & C. de Ronde (Eds.), pp. 91-111, World Scientific, Singapore.
- de Ronde, Christian (2014b). Reflexiones en torno a la constitución de subjetividades técnico-políticas en la UNAJ. *Actas de las Primeras Jornadas de Investigación y Vinculación UNAJ*, enviado.
- de Ronde, Christian & Bontems, Vincent (2011). La notion d'entité en tant qu'obstacle épistémologique: Bachelard, la mécanique quantique et la logique. *Bulletin des Amis de Gaston Bachelard*, vol. 13, 2011, pp. 12-38.
- de Ronde, Christian, Freytes, Hector & Domenech, Garciela (2014). Interpreting the Modal Kochen-Specker Theorem: Possibility and Many Worlds in Quantum Mechanics. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, **45**, 11-18.
- Simondon, Gilbert (2008). *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Buenos Aires: Prometeo.
- Simondon, Gilbert (2009). *La individuación*, Buenos Aires: Cactus.
- Simondon, Gilbert (2012). *Curso sobre la percepción*, Buenos Aires: Cactus.
- Feis, H. (1966). *The Atomic Bomb and the End of World War II*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Feynman, R. Leighton R. & Sands M. (2006). *The Feynman Lectures on Physics - Vol. III Mecánica cuántica (traducida al español)*, Addison-Wesley Iberoamericana.
- Feynman, R. (1992). *Surely You're Joking, Mr. Feynman!*, Londres: Vintage.
- Fuchs, Christopher & Peres, Asher (2000). Quantum Mechanics Needs no Interpretation. *Physics Today*, vol. 53, p. 70.

- Foucault, Michel (1992). *Microfísica del poder*, Madrid: Ed. La piqueta.
- Foucault, Michel (1994). La función política de l'intellectuel. En Foucault, M., *Dits et écrits III*, Paris : Gallimard, pp. 109-114.
- Foucault, Michel (2002). *Vigilar y castigar, nacimiento de la prisión*. Buenos Aires: Siglo XXI ed.
- Foucault, Michel (2006). *Seguridad, territorio, población. Curso del Collège de France (1977-1978)*. Buenos Aires: FCE.
- Foucault, Michel (2007). *Nacimiento de la Biopolítica. Curso en el Collège de France (1978-1979)*. Buenos Aires: FCE.
- Foucault, Michel (2008). *Las palabras y las cosas*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Giancoli, D. (2009). *Física para Ciencias e Ingeniería con Física Moderna*. Nueva York: Prentice-Hall.
- Gramsci, A. (1992). *Antología*. D.F. México: Siglo XXI.
- Groves, L. R. *Now It Can Be Told: The Story of the Manhattan Project*. Da Capo Press, 1983.
- Horkheimer, Max (1969). *Crítica de la razón instrumental*. Buenos Aires: Sur.
- Hugues Thomas P. (1989). *American Genesis: A Century of Invention and Technological Enthusiasm*. New York: Penguin.
- Jones, Vincent C. (1985): *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb* Washington, D.C.: U. S. Government Printing Office.
- Kunetka, J. (1978). *City of Fire: Los Alamos and the Atomic Age, 1943 - 1945*. University of New Mexico Press.
- Liotard Jean Francois (1987). *La Condición Postmoderna. Informe del Saber*. Trad. Mariano Antolín Rato. Madrid: ED Catedra.
- Mach, Ernst, (1987). *El análisis de las sensaciones*. Barcelona: Alta Fulla.
- Morfino, Vittorio (2010). *Spinoza: Relación y contingencia*. Córdoba: Brujas.
- Prigogine, Ilya & Stengers, Isabelle (1986). *La nouvelle Alliance*. Paris: Gallimard.
- Resnick, R. Halliday D. & Krane, K. (2003). *Física Vol. II*, C.E.C.S.A.
- Rhodes, R. (1988). *The Making of the Atomic Bomb*. New York: Simon and Schuster.
- Rhodes, R. (1996). *Dark Sun: The Making of the Hydrogen Bomb*. Touchstone Books.
- Sabato, Jorge, A. (2011). *El pensamiento Latinoamericano en la problemática Ciencia, Tecnología, Desarrollo y Dependencia*. Buenos Aires: Biblioteca Nacional.
- Scavino, Dardo (2000). *La filosofía actual*. Buenos Aires: Paidós.
- Sears, F., Zemansky, M. & Young, H. & Freedman, R. (2009). *Física Universitaria Vol. 2*. Nueva York: Prentice Hall.
- Serres, Michel (1977). *La Naissance de la Physique*. Paris: Les Editions des Minuit.
- Serway R. & Raymond, A. (1997). *Física: Tomo II*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Suppes, Patrik (2002). *Representation and Invariance of Scientific Structures*. Center for the Study of Language and Information Publications, Stanford.

- Van Fraassen, Bas (1991). *Quantum Mechanics: An Empiricist View*, Oxford: Clarendon Press.
- Van Fraassen, Bas (2008). *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*, Oxford: Oxford University Press.
- Vaihinger, Hans (1952). *The philosophy of 'as if': A system of the theoretical, practical and religious fictions of mankind*, trad. ing. C. K. Ogden, Londres: Lund Humphries.
- 'T Hooft, Gerard (2001). Can There Be Physics without Experiments? Challenges and Pitfalls. *International Journal of Modern Physics A*: **16**, 2895-2908.
- Tipler, P. (2001). *Física para la Ciencia y la Tecnología - Vol. 2*. Buenos Aires: Reverté.
- Varsavsky, Oscar (2013). *Estilos Tecnológicos*. Buenos Aires: Biblioteca Nacional.
- Weinberg, Steven (1992). *Dreams of a Final Theory*. New York: Random House.
- Weinberg, Steven (2003). *Viewpoints on String Theory*. Published by NOVA online at www.pbs.org/wgbh/nova/elegant/view-weinberg.html
- York, H. F. (1995). *Arms and the Physicist*. New York: Springer-Verlag.
- York, H. F. (1997). *Making Weapons, Talking Peace: A Physicist's Odyssey from Hiroshima to Geneva*. California: University of California Press.