

UNA APOLOGÍA DE LOS CONFLICTOS ENTRE METAFÍSICA Y CIENCIA EN LA METAFÍSICA NATURALIZADA¹

Rasmus Jakslund²

Traducido por Gabriel Donoso Umaña³

Resumen

De acuerdo con la metafísica naturalizada, la metafísica debe ser informada por nuestra mejor ciencia disponible y no apoyarse en el razonamiento *a priori*. En consecuencia, la metafísica naturalizada

¹ Esta es una traducción al español del artículo de Rasmus Jakslund, “An apology for conflicts between metaphysics and science in naturalized metaphysics” (2021), *European Journal for Philosophy of Science*, 11(74). La obra original está licenciada bajo Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Salvo por ajustes estilísticos propios de la traducción, las únicas modificaciones introducidas consisten en la modificación de la nota al pie 2 (donde se agrega su información de contacto y su ORCID; contenido ya presente en el manuscrito original, pero no en la nota al pie), a las cursivas para expresiones no hispanas y en la adaptación (y corrección) de las referencias y citas al estilo APA 7. Siglas técnicas como QFT, QG o GR se han dejado en su formulación anglosajona.

² Departamento de Filosofía y Estudios Religiosos, Facultad de Humanidades, NTNU – Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología, Trondheim, Noruega. Contacto: rasmus.jakslund@ntnu.no. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9531-9994>.

³ Profesor de Estado en Filosofía y Magíster en Filosofía de las Ciencias – Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile. Contacto: gabriel.donosu.u@usach.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4842-1387>.

tiende a descartar los intentos de los metafísicos por disputar con la ciencia. Este artículo sostiene que, en cambio, la metafísica naturalizada debería acoger tales conflictos entre metafísica y ciencia. La metafísica naturalizada no es (y no debería ser) eliminativa respecto de la metafísica. Por lo tanto, si tales conflictos se originan en la ausencia inmediata, dentro de la ciencia, de una respuesta a una cuestión metafísica, entonces el conflicto no debe ser descartado, sino recibido como una ocasión para hacer (más) metafísica naturalizada. Que los conflictos entre metafísica y ciencia pueden ser beneficiosos para la metafísica naturalizada se ejemplifica mediante el caso de las teorías no espaciales de la gravedad cuántica. Estas teorías son criticadas por metafísicos que, a menudo siguiendo a David Lewis, argumentan que la distancia espacial es un elemento fundamental indispensable en cualquier metafísica coherente debido a su rol como la relación constructora del mundo (*world-making relation*). Sin embargo, se reconoce que el conflicto resultante está bien fundado, puesto que las teorías no espaciales de la gravedad cuántica no ofrecen ninguna relación constructora del mundo alternativa a la distancia espacial. En lugar de descartar este conflicto, la metafísica naturalizada debería, por lo tanto, recibir la resistencia lewisiana como un llamado a buscar una. Cómo se desarrolla esto al modo de una negociación entre la teoría científica y la cuestión metafísica se ejemplifica en la última parte del artículo, donde se propone el entrelazamiento (*entanglement*) como una relación constructora del mundo alternativa dentro de la gravedad cuántica de lazos (*loop quantum gravity*).

Palabras clave: *Metafísica naturalizada, Metodología metafísica, Gravedad cuántica, Fundamentalismo del entrelazamiento, Metafísica vs. ciencia, Superveniencia humeana.*

1. Introducción

Aunque no existe una definición unívoca de metafísica, a menudo se la caracteriza como el “estudio sistemático de la estructura más fundamental de la realidad” (Lowe, 1998, p. 2), como “el estudio de la realidad última” (van Inwagen, 2015, p. 1) o como “*la exploración de los rasgos más generales del mundo*” (Blackburn, 2002, p. 61, énfasis en el original).⁴ Sin embargo, esta caracterización podría aplicarse igualmente a la física fundamental, al menos adoptando una voz realista. Es defendible que la física fundamental también esté interesada en la estructura y los rasgos de la realidad última. Por lo tanto, no es sorprendente que esta (aparente) superposición en el objeto de estudio entre la metafísica y la física fundamental sea una semilla de conflicto. Este artículo examina tales conflictos y, más generalmente, los conflictos entre metafísica y ciencia. El artículo sostiene que, en lugar de ser descartados como señales de un exceso de confianza por parte de los metafísicos, los conflictos entre metafísica y ciencia deberían ser bienvenidos como indicios de preguntas genuinas e importantes que deben ser respondidas por la metafísica naturalizada. Aunque la metafísica debería, en última instancia, ceder ante la ciencia —tal como sostiene la metafísica naturalizada—, los metafísicos solo deberían hacerlo una vez que la ciencia —a través de la metafísica naturalizada— provea una respuesta positiva (metafísica) a sus preguntas metafísicas.

⁴ Tales caracterizaciones de la metafísica son disputadas por otros (por ejemplo, Bennett, 2016; Paul, 2012), quienes sostienen que las preguntas abordadas por la metafísica son diferentes de aquellas de la ciencia en general y de la física en particular. Sin embargo, este debate se dejará de lado aquí, puesto que el foco estará en los casos donde la metafísica —al menos tal como se usa el término aquí— entra efectivamente en conflicto directo con la ciencia, como se ejemplifica en el conflicto entre la metafísica lewisiana y la gravedad cuántica. Quizás esto muestre que “metafísica” está siendo mal empleada en el presente análisis, pero cualquiera que favorezca esta opinión puede reemplazar “metafísica” en lo que sigue por un término más adecuado que, a su juicio, represente mejor el tipo de preguntas que, por ejemplo, Lewis formula acerca de la construcción del mundo.

Como estudio de caso, el artículo utiliza las teorías de la gravedad cuántica —teorías que intentan reconciliar la mecánica cuántica y la relatividad general— en las cuales el espacio parece estar ausente en el nivel fundamental de la realidad descrita por dichas teorías. El espacio, la distancia y, en general, la extensión no parece figurar en la ontología fundamental implicada por teorías de gravedad cuántica como la gravedad cuántica de lazos (*loop quantum gravity*) y la teoría de conjuntos causales (*causal set theory*) (Huggett & Wüthrich, 2013). En consecuencia, tales teorías son recibidas con sospecha por algunos metafísicos y filósofos de la ciencia, quienes han puesto en duda la coherencia de ontologías no espaciales (por ejemplo, Esfeld, 2019; Hagar & Hemmo, 2013; Lam & Esfeld, 2013; Maudlin, 2007a). En lo que sigue, el foco estará en las preocupaciones metafísicas acerca de las teorías no espaciales de la gravedad cuántica que, de distintos modos, hacen eco de la tesis de David Lewis (1986a, 1986b, 1994) según la cual la distancia espacial es la relación fundamental en el mundo y, en particular, la relación en virtud de la cual los elementos de una ontología constituyen un mundo.⁵ La desaparición del espacio en algunas teorías de gravedad cuántica da lugar, por lo tanto, a un conflicto entre estas teorías científicas y la metafísica lewisiana (Wüthrich, 2019): mientras los lewisianos⁶ sostienen que la distancia espacial —dado su rol como relación constructora del mundo— es un elemento fundamental necesario en cualquier metafísica coherente, estas teorías de gravedad cuántica proponen que, en el mundo actual, el espacio no es fundamental.

⁵ Para una exposición más detallada de la “relación de compañeros de mundo” (*worldmate relation*) de Lewis, véase Darby (2009).

⁶ Usaremos “lewisianos” como un término colectivo para aquellos que expresan una preferencia por la fundamentalidad de la distancia espacial. Aunque los defensores de esta tesis no respalden, en general, todos los aspectos de la metafísica de Lewis, utilizaremos este término dado que, en particular, la tesis de la superveniencia humeana de Lewis es invocada de forma habitual en apoyo de la priorización ontológica de la distancia espacial (por ejemplo Esfeld & Deckert, 2017; Lam, 2016).

La metafísica naturalizada es conocida por criticar enérgicamente a la metafísica que no se encuentra suficientemente informada por los descubrimientos de nuestras mejores ciencias. Por ello, no es sorprendente que la metafísica naturalizada considere equivocado que la metafísica dispute con la ciencia: “Si hay una contradicción entre la física y la metafísica, entonces la metafísica debe ceder” (Bird, 2007, p. 7).⁷ Este sentimiento es compartido incluso por metafísicos que no suelen ser considerados naturalistas. Jonathan Lowe, por ejemplo, aconseja a los metafísicos “abrirse a la posibilidad de que sus afirmaciones acerca de las características metafísicas de la actualidad puedan verse socavadas por desarrollos en la teoría científica empírica” (Lowe, 1998, p. 26). Incluso fuera de la metafísica naturalizada, son pocos los que se inclinarían a seguir a Parménides, quien —sobre bases *a priori*— argumentó célebremente en contra de la existencia del cambio, a pesar de la evidencia empírica en contra. En otras palabras, la visión heredada parece ser que la ciencia tiene prioridad sobre la teorización metafísica en casos de conflicto directo.

Esto promete resolver rápidamente el conflicto entre los lewisianos y las teorías no espaciales de la gravedad cuántica: dado que su resistencia —como la de Parménides— parece estar basada al menos en parte en razonamiento *a priori*, los lewisianos deberían simplemente ceder y abandonar la fundamentalidad de la distancia espacial.⁸ Para la metafísica naturalizada, este conflicto es otra

⁷ Evidentemente, este dictamen depende de una demarcación adecuada entre la física (y la ciencia en general) y la especulación descontrolada que puede llegar a involucrar algún formalismo matemático; donde algunos podrían preocuparse de que ciertas teorías de la gravedad cuántica sean ejemplos de esto último (véase, por ejemplo, Hedrich (2007) para una discusión de esta y cuestiones similares en relación con la teoría de cuerdas). Este asunto será dejado de lado aquí, por la razón discutida también más adelante en la nota al pie 20, a saber: que la presente defensa de los conflictos entre metafísica y ciencia no depende de la suposición de que las teorías científicas en cuestión sean especulativas o que aún no hayan recibido la adecuada confirmación empírica.

⁸ Tal resistencia motivada *a priori* frente a la ciencia empírica será denominada “resistencia parmenéida” debido a la analogía metodológica con los argumentos *a*

ilustración de que la metafísica independiente de la ciencia no solo es fútil, sino también perjudicial cuando busca competir con la ciencia (por ejemplo, Bryant, 2020).⁹ Sin embargo, este artículo propone que la metafísica naturalizada podría beneficiarse de preservar tales conflictos, al menos por un tiempo. Como observa Humphreys (2013): “[L]a ciencia contemporánea ha revelado un mundo mucho más sutil e interesante que los mundos a menudo simples de los ontólogos especulativos” (p. 75). En ocasiones, la ciencia entra en conflicto con la metafísica en su conjunto, en el sentido de que demuestra que ninguno de nuestros marcos metafísicos concebidos hasta ahora es viable. No obstante, con qué nueva metafísica reemplazará la ciencia a estas solo se revelará si recordamos examinar la metafísica de una teoría científica y no simplemente dar por terminada nuestra investigación —como a veces parece recomendar la metafísica naturalizada— cuando la ciencia demuestra que nuestras creencias metafísicas son erróneas. La presencia de conflictos entre metafísica y ciencia, sostengo, es a menudo la manera más vívida en que se manifiestan las sorpresas metafísicas de la ciencia, y por ello dichos conflictos son nuestra mejor señal de cuándo y dónde comenzar esa investigación. Esto no implica rechazar el veredicto según el cual la ciencia generalmente tiene prioridad sobre la metafísica. No obstante, el artículo propone la matización de que podría ser útil que la metafísica ofrezca un poco de resistencia parmenídea (adecuadamente motivada). Los conflictos resultantes fomentarán un compromiso con la cuestión metafísica subyacente y garantizarán así que la ciencia —a través de una metafísica naturalizada— no solo refute nuestra vieja metafísica, sino que

priori de Parménides contra la experiencia aparente del cambio. Esto, a pesar de la curiosa coincidencia de que la gravedad cuántica de lazos —especialmente con la aparente desaparición del tiempo (por ejemplo Anderson, 2012; Isham, 1993)— presenta similitudes en contenido con la metafísica de Parménides.

⁹ Véase Ladyman & Ross (2007, pp. 19–20) para una crítica general de la metafísica de Lewis desde la perspectiva de la metafísica naturalizada.

también provea una nueva *metafísica* en su lugar. La resistencia parmenídea de los metafísicos podría, en otras palabras, resultar un recurso invaluable para la metafísica naturalizada. Más aún, el artículo sostiene que, al limitarse a plantear preguntas metafísicas aún sin respuesta, este tipo de resistencia parmenídea debería ser aceptable para la metafísica naturalizada incluso asumiendo todos sus postulados centrales.

Para ilustrar cómo los conflictos entre metafísica y ciencia pueden servir como generadores para la metafísica naturalizada, el artículo explora el conflicto entre las teorías no espaciales de la gravedad cuántica y la metafísica inspirada en Lewis. Los lewisianos sostienen que, sin el espacio en su ontología fundamental, tales teorías carecen de una relación constructora del mundo candidata y, en consecuencia, corren el riesgo de ser metafísicamente incoherentes. De acuerdo con la propuesta aquí presentada, esto es una ocasión para indagar en la cuestión metafísica que subyace al conflicto: ¿qué, si lo hay, podría reemplazar al espacio como la relación constructora del mundo en las teorías no espaciales de la gravedad cuántica?¹⁰ En lugar de terminar con esta sugerencia metodológica, el artículo la ejemplifica revisando los detalles de la gravedad cuántica de lazos, sobre cuya base se argumenta que el entrelazamiento (*entanglement*) podría servir como la relación constructora del mundo en esta teoría no espacial. En pocas palabras, se constata que el entrelazamiento entre los nodos de la red de espines (*spin network*) de la gravedad cuántica de lazos es crucial para la emergencia del espacio en esta teoría. Esto se toma como indicio de que el entrelazamiento podría ser la relación en virtud de la cual los elementos de la red de espines constituyen un mundo y, por ende, la relación que cohesiona los mundos fundamentalmente no espaciales de la gravedad cuántica de

¹⁰ Al formular esta pregunta con respecto a la gravedad cuántica, podríamos ser vistos como siguiendo la sugerencia de Norton (2020) de que “los metafísicos deberían utilizar las teorías cuánticas de la gravedad [...] como incubadoras para una metafísica futura” (p. 1961).

lazos; una propuesta que, con razón, debería calificar como una alternativa “sutil e interesante” a las ontologías de la distancia, pero que, no obstante, está motivada por la ciencia, como requiere la metafísica naturalizada. Así, este planteamiento ejemplifica concretamente cómo la propuesta metodológica del artículo puede implementarse para contribuir a la metafísica naturalizada.

El artículo procede del siguiente modo: la Sección 2 introduce el estudio de caso: el conflicto entre los lewisianos y las teorías no espaciales de la gravedad cuántica. La Sección 3 discute luego cómo los filósofos que persiguen tales conflictos suelen ser ridiculizados en la metafísica naturalizada, pero argumenta que no deberían serlo si el conflicto está impulsado por la ausencia de una interpretación metafísica viable de la teoría científica. En tales casos, los conflictos pueden servir como una herramienta heurística para la metafísica naturalizada. La Sección 4 ejemplifica cómo esto se desarrolla en la propuesta de que el entrelazamiento es la relación constructora del mundo en la gravedad cuántica de lazos, respondiendo así a la pregunta que motivó el conflicto de los lewisianos con las teorías no espaciales de la gravedad cuántica. Finalmente, sigue una conclusión.

2. Un conflicto entre metafísica y ciencia

La tesis de la superveniencia humeana¹¹ “dice que en un mundo como el nuestro, las relaciones fundamentales son exactamente las relaciones espaciotemporales” (Lewis, 1994, p. 474).¹² Una relación fundamental es importante para el realismo modal de Lewis, puesto que explica por qué algo pertenece a uno y no a otro de todos los mundos posibles que existen realmente. Explica, en otras palabras, cómo dos entidades pueden ser reconocidas como *compañeros de*

¹¹ La tesis de la superveniencia humeana tiene más contenido que la afirmación sobre la fundamentalidad de las relaciones de distancia; véase, por ejemplo, Weatherston (2015) para una introducción.

¹² Es justo observar, como hace Darby (2009, p. 202), que Lewis consideraba esta tesis como falible.

mundo: “las cosas son compañeros de mundo si y solo si están relacionadas espaciotemporalmente. Entonces, un mundo está unificado por la interrelación espaciotemporal de sus partes” (Lewis, 1986a, p. 71). Por lo tanto, tanto la noción de mundo como la relación de compañeros de mundo están, según Lewis, fundamentadas en relaciones espaciotemporales.

El objetivo aquí no es una exégesis de Lewis, y el punto de partida para la discusión son, en cambio, propuestas más recientes, inspiradas por Lewis, que enfatizan la centralidad de la distancia *espacial* y que están dirigidas explícitamente contra las teorías no espaciales de la gravedad cuántica. Un ejemplo es la ontología de puntos materiales distanciados promovida por Esfeld & Deckert (2017). Ellos sostienen que la distancia espacial es la relación que hace el mundo; la “relación constructora del mundo” (*world-making relation*) en la terminología de Esfeld (2019). En su opinión, la necesidad de una relación constructora del mundo puede mantenerse independientemente del realismo modal. Con independencia de si existen los otros mundos posibles, hay un sentido plausible en el que nosotros —y las entidades con las que nos rodeamos— pertenecemos al mismo mundo. Somos compañeros de mundo y, como tales, alguna relación debe hacer verdadero este hecho: “dada una pluralidad de objetos, tiene que existir un cierto tipo de relaciones en virtud de las cuales estos objetos constituyan un mundo” (Esfeld & Deckert 2017, p. 3). La necesidad de una relación constructora del mundo proviene de la necesidad de pegamento ontológico, y esto se requiere tan pronto como nos comprometemos con la existencia de “una pluralidad de objetos” en el mundo actual. La tarea de la relación constructora del mundo es ser la relación que conecta los elementos de la ontología en configuraciones y, como tal, fundamenta si vivimos en un multiverso de partes más desconectadas o en un único universo conectado. Así, “¿qué hace que seamos compañeros de mundo?” se

sugiere como una cuestión metafísica genuina independientemente del realismo modal.¹³

La búsqueda de una teoría de la gravedad cuántica no comienza, sin embargo, con esta pregunta. Por el contrario, la investigación en gravedad cuántica está impulsada por una aspiración a la unificación de nuestra descripción de la naturaleza: “El problema de la gravedad cuántica (QG) es encontrar una teoría que describa los fenómenos en la intersección de la relatividad general (GR) y la teoría cuántica de campos (QFT)” (Crowther & Linnemann, 2017, p. 378). Este problema ha generado varios programas de investigación en competencia, siendo los más prominentes la teoría de cuerdas, la gravedad cuántica de lazos, la teoría de conjuntos causales y la triangulación dinámica causal (véanse las contribuciones en Oriti (2009) para una visión de conjunto de estos programas con enfoque en el espacio y el tiempo). En su intento por reconciliar la relatividad general y la mecánica cuántica, varios de estos parecen eliminar el espacio en el nivel fundamental de descripción.¹⁴ La gravedad cuántica de lazos, que utilizaremos en lo que sigue para ilustración, ofrece una descripción fundamental del mundo en términos de una estructura de grafo abstracta compuesta por nodos y enlaces.¹⁵ Tanto los nodos como los enlaces poseen una representación del espín ($SU(2)$) y juntos definen el espacio de Hilbert cinemático de estados. Los estados de este espacio de Hilbert son manifiestamente

¹³ Véase Jakslund (2020) para un análisis más detallado de la necesidad de una relación constructora del mundo en ausencia del realismo modal.

¹⁴ En la medida en que estas teorías aspiran a recuperar la relatividad general y la relatividad general describe la dinámica del espacio-tiempo, las teorías están comprometidas de manera ingenua con recuperar el espacio-tiempo como un fenómeno emergente. Si esto es suficiente para considerar el espacio-tiempo como real es objeto de debate (por ejemplo, Lam & Wüthrich, 2018, Le Bihan, 2018, 2021; Baron, 2019). Dejaremos de lado este debate aquí y nos limitaremos a observar que el espacio parece estar ausente en el nivel fundamental de la ontología, lo cual basta para generar el conflicto con la metafísica lewisiana.

¹⁵ Esta es una de varias exposiciones posibles de la gravedad cuántica de lazos, véase Rovelli (2008) y las referencias allí incluidas para una visión general.

invariantes bajo transformaciones locales de *gauge* de la representación de espín, y esta presentación de la gravedad cuántica de lazos es por ello denominada como una red de espines. Puesto que las redes de espines son discretas, ya difieren de la estructura suave (*smooth*) del espacio. De hecho, la mayoría de los estados de redes de espines ni siquiera admitirán una aproximación como un espacio-tiempo suave del mismo modo en que una descripción termodinámica de equilibrio solo está disponible si el comportamiento macroscópico de un sistema es suficientemente robusto respecto de los cambios individuales entre los grados de libertad microscópicos. Cuando se dice que el espacio no es fundamental en la gravedad cuántica de lazos, esto se entiende como análogo al sentido en el que la temperatura no es fundamental en la mecánica estadística.¹⁶

Incluso si el espacio está ausente en el nivel fundamental según lo descrito por teorías no espaciales como la gravedad cuántica de lazos, Esfeld (2019) insiste en que la pregunta permanece acerca de qué hace que sea verdadero que seamos compañeros de mundo: “en este caso, necesitamos otra relación constructora del mundo distinta de la espacial o espaciotemporal” (p. 358). El problema, como lo formula Esfeld (2020) en otro lugar, es que “nadie ha elaborado hasta ahora una propuesta para otro tipo de relaciones que [...] sea empíricamente adecuada” (p. 1892). Se podría objetar a Esfeld que si el espacio está ausente en el nivel fundamental de la descripción, entonces lo mismo podría ser el caso para los compañeros de mundo. En efecto, las personas, las mesas y las sillas no desempeñan ningún papel explícito, por ejemplo, en la descripción fundamental en términos de redes de espines en la gravedad cuántica de lazos. Esto,

¹⁶ Dado que la termodinámica del equilibrio requiere que “todas los observables macroscópicos razonables tengan valores estacionarios” (Pitowsky 2006, p. 432), ninguna descripción macroscópica se aplica a muchos de los microestados cinemáticamente admisibles. Lo mismo se aplica a los estados genéricos de la red de espines: deben darse circunstancias especiales para que admitan una aproximación en donde algo sea reconocible como espacio. Véase Wüthrich (2017) para más detalles y discusión de la desaparición del espacio en la gravedad cuántica de lazos.

sin embargo, no muestra que no haya compañeros de mundo ni la necesidad de una relación constructora del mundo. Si dos elementos son compañeros de mundo en algún nivel de descripción, entonces, independientemente de a qué (complejas) correspondencias remitan al nivel fundamental de la descripción, cabe sostener que deben seguir siendo compañeros de mundo y que alguna relación debe hacer verdadero este hecho. Así, del mismo modo en que uno indaga cómo una teoría no espacial de la gravedad cuántica da cuenta del espacio, se puede indagar qué es lo que, en su nivel fundamental de descripción, hace que sea verdadero que somos compañeros de mundo. Como se discute con más detalle en la Sección 4, deberíamos mantenernos abiertos a la posibilidad de que estas teorías muestren que “compañero de mundo” es una categoría inadecuada, con la consecuencia de que no surge ninguna pregunta sobre la construcción del mundo; pero la razón sería más sutil que la ausencia, en el nivel fundamental, de las entidades que usualmente se supone que son compañeros de mundo. Más bien, la pregunta podría ser obsoleta si resulta que la categorización en términos de elementos y relaciones es problemática. En la situación actual, la necesidad de una relación constructora del mundo será en gran medida tomada como dada para fines de ilustración y, por ello, se deja abierta la posibilidad de que la física acabe por considerar que esta cuestión metafísica está mal planteada en lugar de proporcionar otra relación constructora del mundo;¹⁷ aunque sostendremos que la gravedad cuántica de lazos sí parece sugerir el entrelazamiento como relación constructora del mundo alternativa.

Suponiendo que la pregunta acerca de la construcción del mundo está bien planteada, si la relación de distancia está ausente en

¹⁷ Del mismo modo, no entraremos en el debate sobre si algunas visiones sobre la emergencia, la reducción ontológica y los niveles de realidad podrían permitir que entidades en algún nivel de descripción sean compañeros de mundo, mientras que entidades en otro nivel de descripción —como las de la base de superveniencia de las primeras— no lo sean.

el nivel fundamental de la ontología, entonces otra relación debe ocupar su lugar, pero, según Esfeld, no hay actualmente ninguna alternativa de este tipo disponible.¹⁸ En consecuencia, Esfeld (2019) advierte contra la aparente importancia metafísica de estas teorías (aparentemente) no espaciales de la gravedad cuántica: “tal y como están las cosas, es razonable recomendar cautela respecto a proponer consecuencias ontológicas de gran alcance, como la desaparición del espacio-tiempo o de las relaciones espaciotemporales fundamentales” (p. 367). Estas preocupaciones acerca de mundos fundamentalmente no espaciales son razones para ser escépticos respecto a estas teorías científicas; especialmente de sus supuestas implicaciones metafísicas. En otras palabras, aunque Esfeld lo ofrece con un tono conciliador, las preocupaciones metafísicas se oponen a la teorización científica — en este caso, en la forma de teorías específicas de gravedad cuántica con implicaciones metafísicas preocupantes.

Mientras que Esfeld y los otros autores mencionados en la introducción son aquellos que expresan más explícitamente su preocupación acerca de la no-espacialidad de ciertas teorías de la gravedad cuántica, muchas de sus inquietudes son reflejadas por quienes prefieren la interpretación bohmiana de la mecánica cuántica debido a la preocupación por la ausencia de *beables* locales¹⁹ en otras interpretaciones (por ejemplo, Bricmont, 2017; Maudlin, 2007a); algunos de estos expresando incluso una simpatía explícita por la superveniencia humeana (por ejemplo, Loewer, 1996; Miller, 2014). Asimismo, el programa de la ontología primitiva (también perseguido con mayor frecuencia en el contexto de la mecánica cuántica) requiere explícitamente que “cualquier teoría física fundamental satisfactoria [...] contenga una hipótesis metafísica sobre lo que constituye los

¹⁸ Dado que el espacio es emergente (en algún sentido) en las teorías no espaciales de la gravedad cuántica, uno podría proponer que la distancia podría seguir siendo la relación constructora del mundo. Véase, sin embargo, Wüthrich (2019, pp. 247-250) para un rechazo de este argumento.

¹⁹ En el sentido de Bell (2001).

objetos físicos [...] que reside en el espacio tridimensional o el espacio-tiempo y que constituye los bloques de construcción de todo lo demás” (Allori, 2015, p. 107). De acuerdo con la ontología primitiva (de este tipo), el espacio es una condición previa para cualquier metafísica satisfactoria y, por lo tanto, un componente esencial de la metafísica de una teoría física satisfactoria. En consecuencia, los defensores de la ontología primitiva y, más generalmente, aquellos que favorecen *beables* locales, muy probablemente compartirán el sentimiento de Esfeld de que las teorías sin espacio en el nivel fundamental de su ontología deberían ser tratadas con cautela, o quizás incluso considerar tales teorías como metafísicamente ilegítimas. Esto, entonces, genera una tensión con las teorías no espaciales de la gravedad cuántica y ofrece un ejemplo concreto de un conflicto entre metafísica y ciencia.

Antes de que procedamos a la actitud hacia tales conflictos en la metafísica naturalizada, uno podría preguntarse cómo este y otros conflictos similares pueden mantenerse el tiempo suficiente como para ser el objeto de una discusión metodológica. ¿Por qué, entonces, no se resuelven simplemente estos conflictos? Después de todo, las teorías científicas en cuestión están fácilmente disponibles en artículos de investigación, reseñas e incluso, a menudo, en libros de texto. Cuando Esfeld se preocupa por cuál es la relación constructora del mundo en las teorías no espaciales de la gravedad cuántica, la pregunta podría simplemente ser respondida con un “así es” — presentando la mejor descripción del mundo que ofrecen las teorías. Él podría simplemente echar un vistazo.²⁰

²⁰ Como señala Esfeld (2019), “los enfoques de la gravedad cuántica que supuestamente implican que el espacio-tiempo o las relaciones espaciotemporales no son fundamentales son enfoques que, en el estado actual de las cosas, no producen ninguna predicción empírica” (pp. 365–366); se encuentran en un dominio muy especulativo de la física de altas energías. Esta es una nota justificada de precaución acerca de estas teorías, sin embargo, la defensa presentada aquí de los conflictos entre metafísica y ciencia no utilizará este hecho. Los metafísicos no

Sin embargo, la ciencia rara vez responde explícitamente las preguntas que interesan a los metafísicos. Como también se argumenta frecuentemente en relación con la subdeterminación de la metafísica por la ciencia (véanse, por ejemplo, Andersen & Becker Arenhart, 2016; French, 2011; Jones, 1991), la metafísica de una teoría científica rara vez se manifiesta en su formalismo. Así, tener la teoría fácilmente disponible por lo general no responderá inmediatamente a las indagaciones metafísicas que uno pueda dirigirle, y esto se debe a una buena razón: las preguntas que impulsan a las teorías científicas son diferentes de aquellas que impulsan la exploración metafísica de ellas.²¹ Las teorías de gravedad cuántica y las preguntas metafísicas aquí dirigidas a ellas constituyen un buen ejemplo. Como se dijo anteriormente, la construcción de una teoría de gravedad cuántica está impulsada por el problema de reconciliar la relatividad general y la teoría cuántica de campos; un problema que ha demostrado ser difícil y que, por lo tanto, ha exigido desarrollos novedosos en la física teórica. Las teorías no espaciales están entre estos desarrollos, y su carácter sorprendente es consecuencia de estas dificultades. En otras palabras, estas teorías no fueron desarrolladas para cumplir una aspiración de explorar la posibilidad de una teoría física no espacial. Lo que estas teorías buscan poner de manifiesto es cómo podrían recuperar la relatividad general y la teoría cuántica de campos, y no qué reemplaza a la distancia como la relación constructora del mundo. Las teorías de gravedad cuántica están diseñadas para responder una

necesitan esto como excusa cuando plantean preguntas metafísicas acerca de teorías científicas.

²¹ Esfeld (2019) se apoya en esta subdeterminación para cuestionar si el espacio está, de hecho, ausente en el nivel fundamental de estas teorías aparentemente no espaciales de la gravedad cuántica, aludiendo a la aparente no-localidad en la mecánica cuántica que, sin embargo, fue reinstaurada en la mecánica bohmiana (y así se demostró que era al menos consistente con el formalismo cuántico). Sin embargo, el argumento presentado aquí no se apoya en tal subdeterminación como parte de su defensa de los conflictos entre metafísica y ciencia, y se asumirá, por lo tanto, para fines del argumento, que el espacio-tiempo sí desaparece en estas teorías de la gravedad cuántica.

pregunta particular de la física; no diversas indagaciones metafísicas. Esto explica por qué un conflicto entre metafísica y ciencia puede perseverar: la ciencia rara vez, si acaso alguna vez, responde explícitamente las preguntas metafísicas, y esto —como se argumentará en la siguiente sección— es la razón por la que los conflictos entre metafísica y ciencia pueden resultar útiles.

3. Metafísica naturalizada y cuestiones metafísicas

La metafísica naturalizada presenta tanto un componente destructivo como un componente constructivo: el componente destructivo critica los métodos tradicionales de la metafísica —intuiciones, sentido común, análisis conceptual y razonamiento *a priori*—, mientras que el componente constructivo propone que la metafísica debería basarse, en cambio, en los hallazgos de nuestras mejores ciencias actuales: “El naturalismo exige que, dado que las instituciones científicas son los instrumentos mediante los cuales investigamos la realidad objetiva, sus resultados deberían motivar todas las afirmaciones acerca de esta realidad, incluidas las metafísicas” (Ladyman & Ross, 2007, p. 30).

Los defensores de la metafísica naturalizada sostienen que nuestras intuiciones, conceptos y patrones de razonamiento *a priori* son el resultado de la evolución biológica y, según Ladyman & Ross (2007), “no hay razón para imaginar que nuestras intuiciones habituales y respuestas inferenciales estén bien diseñadas para la ciencia o para la metafísica” (p. 3). Estas características cognitivas evolucionadas no proporcionan ninguna facultad que pueda ofrecer conocimientos acerca de la realidad y, por lo tanto, es problemático cuando han formado tradicionalmente la base metodológica para la metafísica. Esto es especialmente cierto cuando la metafísica se interesa por aquellos aspectos de la realidad con los que no nos encontramos en nuestro mundo de la vida, por ejemplo, el contenido y la estructura de la realidad fundamental. Aquí, cualquier dependencia de estas características evolucionadas es “ignorar el

hecho de que la ciencia, especialmente la física, nos ha mostrado que el universo es muy extraño para nuestra concepción heredada de cómo es” (Ladyman & Ross 2007, p. 10); sentimiento también expresado por Humphreys (2013, p. 75) más arriba. Según Ladyman y Ross, esta crítica también se aplica cuando la metafísica pasa de afirmaciones sobre el mundo actual a afirmaciones modales de posibilidad y necesidad. Al argumentar qué es metafísicamente posible o necesario, los métodos tradicionales de la metafísica han demostrado ser poco fiables.²² Ladyman y Ross escriben:

negamos que la indagación a priori pueda revelar qué es metafísicamente posible. Los filósofos han considerado a menudo como imposibles estados de cosas que la ciencia ha llegado a admitir. Por ejemplo, los metafísicos proclamaron con confianza que la geometría no euclidiana es imposible como modelo del espacio físico, que es imposible que no haya causalidad determinista, que el tiempo no absoluto es imposible, y así sucesivamente (Ladyman & Ross 2007, p. 16; véase también Maudlin 2007b, pp. 187–88).

Los métodos tradicionales de la metafísica no pueden emplearse ni para decir qué es el caso ni qué puede o no puede ser el caso. En particular, no pueden emplearse para informar qué rasgos son indispensables para mundos metafísicamente coherentes.

Mediante este componente destructivo de la metafísica naturalizada, no hay recursos dentro de la metafísica que puedan movilizarse para una disputa con la ciencia. De hecho, Ladyman y Ross rechazan enérgicamente este tipo de especulación:

Los físicos no creen que existan fundamentos a priori lo suficientemente buenos como para mantener creencias acerca

²² Dado que el objetivo aquí es una defensa de los conflictos entre metafísica y ciencia *dentro* de la metafísica naturalizada, se dará por sentada aquí esta supuesta falta de fiabilidad de los métodos tradicionales de la metafísica en cuestiones acerca de la posibilidad, aunque, como argumenta por ejemplo Morganti (2016, p. 87), es cuestionable si la ciencia ha sido más fiable en sus juicios sobre la posibilidad.

de la constitución del mundo físico, y sugerimos que solo un filósofo temerario debería estar dispuesto a disputar con ellos sobre la base de sus intuiciones (Ladyman & Ross, 2007, p. 18).

Esto incluye las “corazonadas” (*bunches*) sobre la posibilidad y, por lo tanto, debería ser igualmente “temerario” disputar así si la ciencia en cuestión está empíricamente bien confirmada o no (aunque lo primero podría ser más descabellado que lo segundo). Incluso si una teoría científica no está actualizada, nada interno a la metafísica puede justificar la afirmación de que una teoría científica describe un estado de cosas imposible. Esto también está en buena concordancia con el componente constructivo de la metafísica naturalizada que requiere que la metafísica esté motivada por los resultados de la ciencia; estar en conflicto con una hipótesis científica —bien confirmada o no— parece ser exactamente lo opuesto. Pero, uno podría preguntarse, ¿cómo podemos decidir si esta teoría es una teoría científica — de modo que se trate de un conflicto entre la metafísica y la ciencia— y no una pieza de la metafísica misma, por la cual el conflicto sería interno a la metafísica? La metafísica naturalizada tiene dos respuestas independientes: primero, puede argumentarse que no hace ninguna diferencia si la teoría que se cuestiona desde la metafísica es científica o no. En ambas circunstancias, no hay una base epistémicamente legítima para el conflicto debido a los problemas con los métodos tradicionales de la metafísica. Segundo, Ladyman & Ross (2007) identifican la ciencia “utilizando factores institucionales como indicadores indirectos más que criterios directamente epistemológicos” (p. 37), de modo que “una ‘hipótesis científica’ se entiende como una hipótesis que es tomada en serio por una ciencia institucionalmente bona fide” (p. 30). Factores institucionales — como ser publicada en revistas científicas respetables y financiada por fondos de investigación científica (Ladyman & Ross, 2007, p. 36)— delimitan la ciencia de lo no científico en lugar de la confirmación empírica. Según Ladyman y Ross, la metafísica no puede cuestionar las hipótesis científicas identificadas institucionalmente, que incluyen

las de la mecánica cuántica y las teorías de la relatividad, pero también, posiblemente, las principales teorías en contienda de la gravedad cuántica, como la gravedad cuántica de lazos, la teoría de cuerdas, etc. Desde la perspectiva de la metafísica naturalizada, proclamar que los mundos sin espacio son imposibles parece diferir de la afirmación de que los mundos no euclidianos son imposibles, y uno podría, por lo tanto, especular si lo primero, como lo segundo, es un ejemplo de exceso de confianza por parte de los metafísicos.

Esta visión ha sido recientemente promovida por Lam & Wüthrich (2020). Suponiendo que la ciencia debería informar (o “guiar”) a la metafísica, argumentan que

desde el punto de vista de los enfoques de la QG [gravedad cuántica] que apuntan a la desaparición del espacio-tiempo [...] asumir a priori un marco ontológico para la QG que dependa de algún trasfondo de espacio-tiempo estándar y liso (por ejemplo, asumir a priori una ontología de beables locales para la QG) no es ni físicamente ni metafísicamente legítimo (contrariamente a lo que a veces se afirma en la literatura, véase Esfeld, 2019). En efecto, en esta perspectiva, tal suposición metafísica es ilegítima, puesto que entra directamente en conflicto con ciertos principios físicos constitutivos en los que se basan los enfoques de QG considerados (Lam & Wüthrich, 2020, p. 346).

Dado que Esfeld y otros, en la construcción de Lam y Wüthrich, defienden la necesidad de que el espacio(-tiempo) esté en el nivel fundamental de la ontología sobre bases *a priori*, es *ilegítimo* que mantengan esta suposición metafísica cuando los enfoques considerados de la gravedad cuántica señalan la no-fundamentalidad del espacio(-tiempo). La teoría científica tiene prioridad sobre el razonamiento metafísico en casos de conflicto. Insistir en una suposición metafísica *a priori* en la interpretación de la teoría científica, esto es, “[p]ostular ontologías en algún espacio-tiempo fijo de trasfondo para estos enfoques de QG”, concluyen Lam y

Wüthrich, “entra en tensión directa con el naturalismo que hemos adoptado y en particular con un enfoque naturalista de la metafísica” (Lam & Wüthrich, 2020, p. 347). Al enfatizar su foco en “enfoques de QG” específicos y al reconocer que estos todavía carecen de apoyo empírico, Lam y Wüthrich están abiertos a la posibilidad de que la teoría de la gravedad cuántica que finalmente sea vindicada sea una en la cual el espacio siga siendo fundamental. Sin embargo, insisten, y así hacen eco de la postura mencionada arriba, en que esto no excusa las objeciones metafísicas a estos enfoques no espaciales. Lam y Wüthrich apelan a un enfoque naturalista de la metafísica para argumentar que Esfeld y otros deben poner fin a su crítica ilegítima, metafísicamente motivada, de las teorías no espaciales de la gravedad cuántica.²³

Pero, ¿por qué exactamente la metafísica naturalizada es crítica de los conflictos metafísicos (*a priori*) con la ciencia? El objetivo general de la metafísica naturalizada no es, y no debería ser, poner fin a la metafísica. La metafísica naturalizada implica una crítica de los métodos pero no del objeto de estudio de la metafísica tradicional. En contraste con los programas eliminativistas que abogan por el antirrealismo metafísico (por ejemplo, Carnap, 1950; Chalmers, 2009; Yablo, 1998), Ladyman (2017) insiste en que “la metafísica no debería ser abolida, sino reformada” (p. 143).²⁴ El componente constructivo

²³ Nótese que esto no implica que las teorías no espaciales de la gravedad cuántica consideradas por Lam y Wüthrich tengan prioridad sobre otras teorías de gravedad cuántica que son más hospitalarias con relaciones espaciales fundamentales (por ejemplo Goldstein & Teufel, 2001; Dürr et al., 2018). Así, aunque los metafísicos, según su punto de vista, deberían terminar su crítica a las teorías no espaciales, los metafísicos, por supuesto, son bienvenidos a dedicar su tiempo a las implicaciones metafísicas de otras teorías de la gravedad cuántica. Sin embargo, de acuerdo con la metafísica naturalizada, será la ciencia la que decida cuál de estas será vindicada y no algún argumento *a priori* que sostenga que una u otra teoría es metafísicamente imposible.

²⁴ La eliminación de los metafísicos tampoco es un rasgo característico de la metafísica naturalizada. La metafísica naturalizada no recomienda que los metafísicos se conviertan en científicos y adopten los métodos de la ciencia en metafísica; no se caracteriza por este tipo de naturalismo metodológico, a pesar de

de la metafísica naturalizada implica la introducción de nuevos enfoques de metafísica informados por la ciencia que puedan reemplazar aquellos métodos ilícitos tradicionalmente empleados en metafísica, preservando al mismo tiempo el objeto de estudio y, por consiguiente, las ambiciones de la metafísica.²⁵ Allí donde los antirrealistas metafísicos son críticos con las preguntas metafísicas — por ejemplo, describiéndolas como “carentes de contenido cognitivo” (Carnap, 1950, p. 28)—, la metafísica naturalizada es crítica de cómo procedemos al responder preguntas metafísicas. Para la metafísica naturalizada, las preguntas mismas no son el problema. Sin embargo, como matiza Ladyman (2017), “[e]so no significa que [los metafísicos naturalizados] aboguen por responder todas las mismas preguntas que plantean los metafísicos analíticos por medios diferentes”, puesto que algunas de ellas “no hacen un contacto suficiente con la realidad como para que valga la pena tomarlas en consideración” (p. 143). Algunas —quizás incluso muchas— preguntas metafísicas son (actualmente) epistémicamente inseguras de responder, dado que el proceso de responderlas no estará lo suficientemente inspirado ni constreñido por la ciencia como para satisfacer los estándares de la metafísica naturalizada. No obstante, siguen siendo este tipo de preocupaciones *epistémicas* las que están —o al menos deberían estar— detrás de la actitud despectiva hacia los metafísicos que disputan con la ciencia.

Esto también debe aplicarse cuando los lewisianos preguntan por la relación constructora del mundo, proponen la distancia como

que algunos autores sostienen lo contrario (por ejemplo Esfeld, 2018; Hudson, 2016).

²⁵ Ney (2012), por ejemplo, considera que la tarea de la metafísica naturalizada es “establecer conclusiones acerca de la realidad última” (p. 76) y Ladyman & Ross (2007) sostienen que “ningún otro tipo de metafísica cuenta como investigación acerca de la naturaleza objetiva del mundo” (p. 9). En este sentido, la metafísica naturalizada difiere de otros intentos recientes de rescatar la metafísica que, en cambio, adoptan ambiciones más modestas respecto del contenido de la metafísica (por ejemplo Hofweber, 2016; Kraut, 2016; Thomasson, 2014).

respuesta y luego advierten contra las teorías no espaciales de la gravedad cuántica en ausencia de una alternativa a la distancia. Reconociendo que el objetivo de la *metafísica* naturalizada es la metafísica, el problema con este conflicto *no* es la pregunta metafísica que subyace a él: ¿cuál es la relación constructora del mundo? Más bien, la cuestión concierne a los métodos que se emplean para promover el conflicto, esto es, las intuiciones y el razonamiento *a priori* —las “corazonadas” de los metafísicos— que entran en el argumento en el sentido de que la distancia es indispensable. Ciertamente hay algún mérito (al menos desde una perspectiva naturalista) en la idea de que es imprudente otorgar demasiada importancia a nuestra aparente incapacidad de imaginar un mundo sin espacio; especialmente considerando el pobre historial de éxito de las proclamaciones sobre posibilidad metafísica. Sin embargo, los argumentos *a priori* para la indispensabilidad de la distancia no son los elementos decisivos en, por ejemplo, la advertencia de Esfeld contra las teorías no espaciales de la gravedad cuántica. Como se discutió en la Sección 2, la advertencia de Esfeld está motivada por la ausencia de una alternativa a la distancia como relación constructora del mundo y él reconoce explícitamente que “[l]a afirmación de que no hay relaciones espaciotemporales fundamentales podría ser verdadera” (Esfeld, 2019, p. 356). Este conflicto es, en otras palabras, no (solo) el resultado de una preferencia *a priori* por la distancia como relación constructora del mundo, como parecen sugerir Lam y Wüthrich, sino más bien impulsado principalmente por la aparente falta de cualquier otra respuesta a la pregunta metafísica. Mientras que la ausencia de espacio en el nivel fundamental en, por ejemplo, la gravedad cuántica de lazos implica que la distancia no puede ser la relación constructora del mundo, no está manifiesto en la presentación usual de la teoría qué otra relación hace que los elementos de la ontología sean compañeros de mundo. En consecuencia, los lewisianos, en su conflicto con estas teorías no espaciales de la gravedad cuántica, no son simplemente testarudos,

sino que mantienen su posición dado que estas teorías solo proporcionan una respuesta negativa a su indagación metafísica.

En este sentido, el conflicto, y la resistencia parmenídea de los lewisianos, es diferente de los conflictos en los que se encuentra disponible una interpretación metafísica de la teoría científica, pero algunos metafísicos simplemente la desprecian. Un ejemplo (admitido como controvertido) de esto último es cuando la teoría de la relatividad aparentemente se alinea con el eternalismo y la teoría-B del tiempo frente a la teoría-A del tiempo bajo la forma del presentismo o del universo creciente de bloque. El potencial conflicto entre los presentistas y la teoría de la relatividad es de un tipo diferente al del que se discute aquí y ejemplifica el conflicto entre los lewisianos y las teorías no espaciales de la gravedad cuántica. Con respecto a la cuestión de cómo concebir el tiempo, la teoría de la relatividad tiene una interpretación metafísica aparentemente consistente en el eternalismo, mientras que las teorías no espaciales de la gravedad cuántica no tienen tal interpretación respecto de la cuestión de la construcción del mundo. Podríamos decir que la ciencia, en casos como el de la teoría de la relatividad, no está realmente en conflicto con la metafísica, sino en conflicto con un lado dentro de un debate metafísico. Según los estándares de la metafísica naturalizada, los metafísicos que disputan con teorías científicas porque detestan la visión metafísica favorecida por la teoría probablemente deberían simplemente ceder (aunque este asunto es por supuesto mucho menos claro una vez que reconocemos que las implicaciones metafísicas podrían ser controvertidas y posiblemente subdeterminadas).

En comparación, la resistencia de los lewisianos a las teorías no espaciales no es simplemente una expresión de preferencia por ontologías basadas en el espacio (aunque esto, por supuesto, todavía puede tener un lugar como sugieren Lam y Wüthrich). Si una presentista abandonara su convicción en la existencia exclusiva del presente y solo mantuviera su pregunta sobre la naturaleza del tiempo, el conflicto con la teoría de la relatividad se disiparía inmediatamente

al responder la pregunta con el eternalismo.²⁶ No sería este el caso para los lewisianos. De no existir el conflicto mismo, entonces gran parte de la tensión entre metafísica y ciencia persistiría incluso si la controvertida propuesta positiva de que la distancia es la relación constructora del mundo quedara atrás. Los lewisianos moderados — entre los cuales bien podría estar Esfeld— podrían simplemente estar preguntando “¿qué es lo que hace que seamos compañeros de mundo en teorías no espaciales de la gravedad cuántica?”, pero solo recibir la respuesta “no la distancia espacial”. Dado que la metafísica naturalizada no renuncia en general a la significatividad ni a la aceptabilidad de las preguntas metafísicas, los lewisianos ciertamente pueden *esperar* una respuesta a su pregunta e insistir en que sigamos buscando una.

Para permanecer fiel al espíritu de la metafísica naturalizada, no obstante, esta búsqueda debe ser sensible a las señales provenientes de la teoría científica de que la pregunta no es epistémicamente segura de responder o que está planteada de tal manera que la teoría científica debe ser apropiada o “domesticada”, como lo llaman Ladyman y Ross, para los propósitos metafísicos de nuestra pregunta:

Un aspecto de dejar la ciencia indomesticada es reconocer que ella misma puede decirnos que hay preguntas que absolutamente no puede responder porque cualquier respuesta tentativa es tan probable como cualquier otra. Esto no implica que debemos buscar en una institución diferente de la ciencia para responder tales preguntas; en estos casos deberíamos olvidarnos de las preguntas (Ladyman & Ross, 2007, p. 30).

²⁶ Puede argumentarse que los teóricos-A podrían simplemente insistir en que la teoría de la relatividad con el eternalismo no proporciona una respuesta satisfactoria a su pregunta metafísica y que, en consecuencia, no hay una respuesta alternativa a dicha pregunta. Es, ciertamente, poco claro quién debería actuar como árbitro en tales casos. Existe, por lo tanto, el riesgo de que permitir conflictos entre ciencia y metafísica en general termine por sancionar cualquier conflicto entre metafísica y ciencia, en contra de lo que es la intención de esta propuesta.

Debemos aceptar que algunas preguntas metafísicas no son contestables y, al menos implícitamente, a partir de esta observación, que algunas preguntas metafísicas pueden, en su propia formulación, presumir supuestos metafísicos que podrían hacer que las preguntas sean inaplicables a la teoría científica considerada.

Las circunstancias pueden, en otras palabras, ser tales que una pregunta metafísica deba, en última instancia, quedar sin respuesta, pero insistir en la pregunta inicialmente promete ser una buena manera de descubrirlo. Así, la terquedad de los lewisianos impone una tensión —un eco de un conflicto— que asegura que se busque una respuesta positiva a la pregunta sobre la construcción del mundo. Aunque los lewisianos podrían no estar justificados en su preferencia por la distancia como la relación constructora del mundo debido a su origen en los problemáticos métodos tradicionales de la metafísica, su resistencia parmenídea asegura la reafirmación de la pregunta metafísica: ¿qué reemplaza a la distancia como la relación constructora del mundo en las teorías no espaciales de la gravedad cuántica? Más generalmente, están participando de una aspiración general según la cual las teorías científicas necesitan una interpretación metafísica coherente que vaya más allá de meras respuestas negativas a las indagaciones metafísicas; una aspiración que debería ser aceptable para y compartida por la metafísica naturalizada siempre que se mantenga alejada de los métodos disputados de la metafísica tradicional y sea cuidadosa de evitar domesticar las teorías científicas. A menos que permitamos cierta resistencia parmenídea, podríamos pasar por alto cuando las teorías científicas han revelado metafísicas hasta ahora inconcebibles.²⁷

²⁷ Aunque lo presenta de manera algo diferente, Norton (2020, pp. 1966–1971) ofrece cuatro ejemplos históricos en los que la ciencia entró en conflicto con creencias metafísicas firmemente sostenidas y cómo estos conflictos conducen a lo que él describe como “revoluciones conceptuales”. En nuestros términos, estos conflictos, tal como documenta Norton, fueron utilizados como heurísticas para el desarrollo de una nueva metafísica naturalizada. Norton (2020, pp. 1971–1980) también da cuenta de cómo las teorías no espaciales de la gravedad cuántica sugieren

Los conflictos abiertos de los metafísicos con las teorías científicas sirven para recordarnos que debemos buscar respuestas positivas a nuestras preguntas metafísicas y no conformarnos con respuestas negativas. En consecuencia, los conflictos entre ciencia y *metafísica en su conjunto* (y no solo un lado de un debate metafísico) son señales de cuándo la ciencia deja preguntas metafísicas sin responder. En la medida en que la metafísica naturalizada aspira a responder preguntas metafísicas, los conflictos entre metafísica y ciencia deberían, por lo tanto, ser bienvenidos como ocasiones para hacer (más) metafísica naturalizada. Esta apología de los *conflictos* entre metafísica y ciencia no ofrece ninguna justificación para priorizar los puntos de vista de la metafísica *a priori* por sobre los de la ciencia (o de la metafísica basada en la ciencia). Pero se argumenta que la metafísica *a priori* —mediante sus tensiones con la ciencia— sigue siendo importante y útil cuando la metafísica naturalizada intenta desarrollar una ontología informada por nuestras mejores teorías científicas. En este sentido, la propuesta presente puede considerarse como una que añade otra función a la metafísica *a priori* dentro del enfoque de “caja de herramientas” (*toolbox-approach*) a la metafísica de French & McKenzie (2012), según el cual los métodos y marcos desarrollados dentro de la metafísica *a priori* tradicional se valoran por su utilidad como herramientas que los metafísicos naturalizados pueden emplear con diversos fines en su metafísica científicamente informada y constreñida (para una discusión más amplia, véase French & McKenzie, 2016; Ross, 2016; Le Bihan & Barton, 2018; French, 2018).

4. La relación constructora del mundo en gravedad cuántica

una reconfiguración de la distinción entre objetos concretos y abstractos, lo que podría verse como otro ejemplo más en el que un conflicto entre metafísica y gravedad cuántica impulsa desarrollos importantes en metafísica.

Los lewisianos pueden ser caracterizados como quienes indagan qué reemplaza a la distancia como la relación constructora del mundo en las teorías no espaciales de la gravedad cuántica; una pregunta legítima —incluso según los estándares de la metafísica naturalizada— sin una respuesta inmediata. En términos generales, la preocupación de los lewisianos por la coherencia metafísica de una teoría científica y el conflicto resultante —como otros conflictos entre metafísica y ciencia— puede ser recibida como la indicación de un posible problema abierto relacionado con el fundamento metafísico de la teoría en cuestión. Esta sección mostrará con mayor detalle —a través del ejemplo del conflicto entre los lewisianos y las teorías no espaciales de la gravedad cuántica— cómo tales preocupaciones metafísicas pueden utilizarse como una heurística en la metafísica naturalizada. Más precisamente, muestra cómo los lewisianos —y Esfeld en particular—, con su resistencia parmenídea, llaman la atención sobre la interesante pregunta metafísica: ¿qué reemplaza a la distancia como aquello que conecta los elementos de la ontología en las teorías no espaciales de la gravedad cuántica? Basándome (principalmente) en el razonamiento proveniente de la teoría de cuerdas, he mostrado en otra parte los detalles de cómo el entrelazamiento puede servir como una relación constructora del mundo alternativa (Jaksland 2020). El presente análisis retoma esta respuesta en términos de entrelazamiento, pero lo hace basándose en la gravedad cuántica de lazos, que ha sido el ejemplo principal de una teoría no espacial de la gravedad cuántica en el debate entre Esfeld (2019) y Lam & Wüthrich (2020). Aunque esta perspectiva desde la gravedad cuántica de lazos complementa bien otros argumentos a favor del entrelazamiento como relación constructora del mundo, el objetivo aquí es primero y ante todo mostrar cómo este trabajo se desarrolla como una metafísica naturalizada impulsada por el conflicto lewisiano con teorías no espaciales de la gravedad cuántica como la gravedad cuántica de lazos. En particular, el presente análisis indicará cómo responder a la pregunta lewisiana sobre la construcción del mundo —de acuerdo

con los estándares de la metafísica naturalizada— requiere negociar entre las restricciones provenientes de la teoría científica y los presupuestos que están implícitos en esta pregunta metafísica.

Para una ontología de objetos en el espacio, la distancia es una relación constructora del mundo ejemplar: cada objeto está a una distancia de cualquier otro objeto tal que la relación de distancia puede hacer que sea verdadero que dos objetos sean compañeros de mundo. Además, una relación constructora del mundo coherente debería, según Esfeld (2020), “(a) hacer el trabajo de individualizar objetos simples y (b) ser empíricamente adecuada” (p. 1892). Esto ya expone un dilema para nuestra investigación: ¿cuánto y qué aspectos de la pregunta metafísica deberían preservarse? Cuando se plantea una pregunta metafísica en el contexto de una teoría científica, siempre existe la posibilidad de que la pregunta sea descartada por considerarla mal planteada en lugar de responderla. La teoría científica podría simplemente exponer que la pregunta se formula sobre premisas falsas o depende de metáforas inapropiadas. En la medida en que la nueva metafísica interesante se debe a las respuestas, es importante que la pregunta metafísica esté bien planteada. En la formulación de la pregunta, Esfeld presupone una metafísica de objetos individuales; esto es parte de aquello acerca de lo cual la relación constructora del mundo debería dar cuenta. Si bien la adecuación empírica parece ser un requisito mínimo relevante, la individuación de objetos simples —especialmente dado que Esfeld (2020, p. 1893) exige discernibilidad absoluta²⁸— conlleva el tipo de prejuicios metafísicos que corren el riesgo de hacer que nuestras preguntas estén mal planteadas. Más generalmente, si intentamos preservar demasiadas de nuestras intuiciones metafísicas al responder la pregunta metafísica que impulsa el conflicto, esto podría impedir las novedades metafísicas de la teoría y, además, empujarnos hacia la

²⁸ Véase Saunders (2006) para un análisis de los tipos de individuación en el contexto de la mecánica cuántica.

domesticación de la ciencia contra la que advierte la metafísica naturalizada. La ambición no debe ser satisfacer a metafísicos testarudos, sino utilizar los conflictos entre metafísica y ciencia como una ocasión para la exploración con la mente abierta.

Me parece que nunca hay garantía de que una pregunta metafísica esté bien planteada, ya que nunca puede estar completamente separada de cualquier supuesto metafísico de fondo. Incluso preguntar por una relación constructora del mundo sin supuestos sobre la naturaleza de los *relata* implica que hay una relación en algún sentido reconocible. El resultado de la exploración de las teorías no espaciales de la gravedad cuántica podría, por lo tanto, ser que también esta pregunta esté equivocada. Aun así, esta ausencia de relaciones sería un descubrimiento metafísico, especialmente si viene acompañada de indicaciones sobre cómo construir mundos sin relaciones, y la búsqueda de la pregunta metafísica detrás del conflicto entre metafísica y ciencia habría producido percepciones interesantes. Sí pienso, no obstante, que la pregunta de Esfeld y de los lewisianos acerca de la relación constructora del mundo en la gravedad cuántica puede ser respondida, al menos si se le despoja de sus prejuicios ontológicos sobre los objetos.

La propuesta de la distancia como relación constructora del mundo nos ofrece dos indicios sobre qué buscar. Primero, buscamos una relación que relacione cada par de elementos del mundo (aunque estos pueden no ser reconocibles como objetos en ningún sentido estricto). Segundo, la distancia es probablemente una relación constructora del mundo, lo cual sugiere que cualquier distancia que se derive de estas teorías no espaciales es una candidata probable. Siguiendo este segundo indicio, deberíamos observar cómo se supone que surge el espacio²⁹ a partir de las redes de espines de la gravedad

²⁹ Ninguno de estos enfoques es aún riguroso y, por lo tanto, no pueden afirmar con absoluta certeza cómo emerge el espacio.

cuántica de lazos.³⁰ Como se expuso en la Sección 2, las redes de espines son, de entrada, una estructura de grafo abstracta con una representación del espín ($SU(2)$) para los nodos del grafo y otra para los enlaces. A partir de esto, puede construirse un espacio de Hilbert que define los estados de la gravedad cuántica de lazos. La ruta hacia el espacio va a través del teorema del espín-geométrico de Penrose (1971), que implica que cada nodo puede asociarse a un poliedro; un objeto geométrico con caras poligonales descritas únicamente por las áreas y los ángulos entre sus caras. Más precisamente, para cada enlace puede construirse un escalar a partir de operadores de espín: cada nodo queda asociado con tantos escalares como enlaces tiene y, con el requisito adicional de invarianza *gauge* en la representación del espín, estos escalares de cada nodo determinan de manera única un poliedro, donde los escalares se identifican con las áreas de sus caras. Los ángulos entre las caras, junto con las áreas, pueden emplearse para definir una métrica tridimensional y el volumen del poliedro. Los ángulos, al igual que las demás propiedades, siguen siendo cuánticos y, por lo tanto, están asociados a operadores no conmutativos: “la forma de un poliedro cuántico es borrosa” (Bianchi, 2017, p. 112). Sin embargo, bajo condiciones adicionales de coherencia (para más detalles, véase Bianchi et al., 2011), las áreas toman valores definidos y el valor esperado de los operadores de ángulo aproxima los ángulos clásicos. Los poliedros se vuelven así semiclásicos y cada nodo, junto con sus enlaces, puede recibir de esta manera una interpretación geométrica como un fragmento de espacio cuyo volumen y métrica están determinados por la red de espines: “la estructura algebraica [de la representación del espín] determina la existencia de una métrica en cada nodo y, por lo tanto, equipa cada cuanto de espacio con una geometría” (Rovelli, 2011, p. 4). Cada nodo está enlazado con otros nodos y, desde el punto de vista geométrico, esto puede concebirse como poliedros adyacentes entre sí. De esta manera, un espacio

³⁰ Esta exposición está parcialmente basada en Rovelli (2011).

celular compuesto por muchos poliedros puede surgir de la red de espines. Es intrigante imaginar cómo este espacio, pese a su granularidad, puede aproximarse a un espacio liso, así como un dodecaedro regular —el sólido platónico consistente en doce pentágonos— puede parecer redondo desde lejos. Sin embargo, incluso desde lejos —y, por lo tanto, ignorando la granularidad debida a los poliedros— la métrica de este espacio es discontinua. En la red de espines, cualquier par de nodos enlazados tiene una interpretación geométrica como dos poliedros enfrentados. Dado que comparten el mismo enlace, las caras tienen el mismo área, pero como los nodos genéricos tienen un número diferente de enlaces con otros nodos, la forma y el ángulo entre las caras serán diferentes aunque tengan la misma área: no hay ajuste en su forma. En consecuencia, la métrica es generalmente discontinua (Bianchi et al., 2011, 11).

En un artículo con Antonio Vassallo, Esfeld especula sobre cómo tales redes de poliedros —o “átomos de espacio”, como ellos los llaman— podrían conectarse entre sí para formar un espacio continuo. Sin embargo, ellos también reconocen implícitamente que la distancia espacial —o, en general, las “propiedades métricas”— está ausente en este nivel fundamental de redes de poliedros:

agrupar los átomos de espacio juntos de una manera adecuada, tal como la representada por nodos y aristas en un grafo, hace posible que la configuración instancie propiedades métricas, mientras que los átomos individuales del espacio están conectados únicamente por una relación de contigüidad (Vassallo & Esfeld, 2014, p. 10).³¹

Así, Esfeld también parece estar de acuerdo en que la distancia no puede ser la relación constructora del mundo en la gravedad cuántica de lazos. La mencionada “relación de contigüidad” no es

³¹ La ontología de Vassallo y Esfeld, compuesta por estos átomos de espacio, podría ser una candidata interesante para los elementos en una ontología con el entrelazamiento como la relación constructora del mundo, pero desarrollar esta propuesta se pospondrá para trabajos futuros.

mucho más que notar que los poliedros en la representación de la red de espines están conectados por enlaces en el grafo. Y si bien esto puede ser visualmente intrigante, no es más que otra forma de representar el formalismo. Proponer esta contigüidad como la relación constructora del mundo —lo cual ni Vassallo ni Esfeld hacen— parece equivalente a simplemente presentar el formalismo de la gravedad cuántica de lazos como respuesta.³² Como ya anuncié, creo que podemos hacerlo mejor al considerar cómo el espacio emerge de la métrica inicialmente desconectada de poliedros contiguos.

Los espacios *continuos* (aunque todavía celulares), conocidos como geometrías de Regge, corresponden a estados especiales de redes de espines donde las caras están emparejadas por forma y alineadas. Investigaciones recientes sugieren que el entrelazamiento entre los nodos de la red de espines desempeña un papel importante en este efecto.³³ Se puede comprender el papel del entrelazamiento recordando que estamos tratando con poliedros cuánticos: al igual que un electrón puede encontrarse en una superposición de espín arriba y espín abajo, un poliedro cuántico puede estar en una superposición de diversas formas. Dos poliedros adyacentes, esto es, que comparten un enlace en el grafo, estando ambos en tal estado de superposición, podrían tener el mismo espectro de formas, pero al colapsar la superposición podrían colapsar en distintas formas: “su geometría tiene fluctuaciones no correlacionadas. A nivel clásico este comportamiento corresponde a una geometría retorcida —la geometría de una colección de poliedros con formas no correlacionadas” (Baytaş et al., 2018, p. 15). Considerando nuevamente a los electrones, el colapso del estado de superposición

³² Cabe argumentar que puede y debe decirse más sobre este asunto, pero esto se pospondrá para trabajos futuros.

³³ Más precisamente, puede demostrarse que la geometría de twistores de estados genéricos de la red de espines se convierte en una geometría vectorial (de la cual las geometrías de Regge son un subconjunto) al entrelazar los nodos de la red con sus vecinos más cercanos (Baytaş et al., 2018).

de dos electrones puede estar correlacionado por el entrelazamiento, esto es, están correlacionados si son preparados en un estado inseparable, como el estado de Bell. Lo mismo ocurre en las redes de espines. Entrelazar nodos vecinos produce correlaciones entre los poliedros y, por lo tanto, parece ser una condición necesaria para el alineamiento y emparejamiento de formas de las caras. Baytaş et al. (2018) concluyen: “Los resultados presentados muestran claramente el papel del entrelazamiento en la unión de regiones cuánticas de espacio” (p. 16). Parece, en otras palabras, que en la gravedad cuántica de lazos el entrelazamiento es responsable de la emergencia del espacio celular continuo que “desde lejos” se verá como un espacio (semi-)clásico.

El entrelazamiento parece conectar las “regiones cuánticas del espacio” en forma de poliedros. Aunque estos poliedros o sus nodos relacionados se parezcan poco a los objetos tal como los conocemos, el entrelazamiento cumple así un papel similar al de la distancia al conectar los elementos de la ontología. El entrelazamiento es interesante a este respecto, puesto que comparte algunas de las características que hicieron de la distancia una probable relación constructora del mundo (Jakslund, 2020).³⁴ En primer lugar, el entrelazamiento es una propiedad extrínseca; algo está entrelazado con algo *más*. En segundo lugar, el entrelazamiento comparte la universalidad de la distancia: la distancia puede relacionar todo en el espacio con todo lo demás y, de modo análogo, el entrelazamiento puede darse entre cualesquiera grados de libertad cuánticos. Suponiendo que todos los grados de libertad sean cuánticos en gravedad *cuántica*, esto implica que todos los grados de libertad

³⁴ Lewis sostiene específicamente que, si el espacio ha de ser reemplazado, debe serlo por una relación que sea análoga (en un sentido especificado) a una relación espaciotemporal. Una discusión más detallada del grado en que el entrelazamiento satisface la condición de Lewis para una relación espaciotemporal análoga será pospuesta para trabajos futuros. Véase, sin embargo, Wüthrich (2019) para algunas observaciones preliminares acerca de relaciones espaciotemporales análogas en gravedad cuántica.

pueden estar entrelazados en tales teorías. Además, resultados provenientes de la teoría cuántica de campos algebraica relativista indican que todos los grados de libertad no solo pueden, sino que de hecho están, entrelazados, lo que atestigua la ubicuidad del entrelazamiento. Más precisamente, Redhead (1995) muestra que, en el estado de vacío, todos los subsistemas separados por intervalo espacial —todos los subsistemas que también están conectados por una distancia— están fuertemente entrelazados, y este resultado se generaliza a estados genéricos por Clifton y Halvorson (2001), quienes también muestran que ninguna operación local puede desenredar subsistemas separados por intervalo espacial (véanse Lam (2013) y Swanson (2020) para más detalles). En tercer lugar, el entrelazamiento es, vía la entropía de entrelazamiento y la información mutua, cuantificable como un escalar no negativo, igual que la distancia. Dados estos rasgos y su papel en la gravedad cuántica de lazos, el entrelazamiento es un reemplazo prometedor de la distancia como relación constructora del mundo. El entrelazamiento podría ser la relación en virtud de la cual los elementos de la red de espines constituyen un mundo y, por ende, la relación que pega los mundos fundamentalmente no espaciales de la gravedad cuántica de lazos. Si bien las teorías no espaciales de la gravedad cuántica solo habían proporcionado hasta ahora la respuesta negativa de que la distancia no es la relación constructora del mundo, la resistencia parmenídea de los lewisianos ha motivado el (preliminar) desarrollo de una nueva metafísica en la forma de un fundamentalismo del entrelazamiento hasta ahora no visto en la literatura metafísica.

La propuesta de que el entrelazamiento podría ser la relación constructora del mundo en la gravedad cuántica de lazos se afirma que califica como metafísica naturalizada. Es una propuesta que responde a una pregunta metafísica, pero cuya respuesta está motivada por una teoría científica. Al ser relativa a la gravedad cuántica de lazos, la propuesta no afirma nada acerca de lo que es y ciertamente no acerca de lo que debe ser el caso en la realidad efectiva.

Siguiendo la deferencia a la ciencia en la metafísica naturalizada, es la ciencia la que determina qué es y qué no es el caso. Por lo tanto, la afirmación es que, si la gravedad cuántica de lazos resulta finalmente vindicada, entonces el entrelazamiento *podría* ser la respuesta a la pregunta “¿qué hace que seamos compañeros de mundo?”. Nuevamente, siguiendo el espíritu de la metafísica naturalizada, se enfatiza el “podría” porque la tesis debería considerarse falible y, además, futuras investigaciones podrían revelar que esta cuestión acerca de la construcción del mundo es, después de todo, epistémicamente insegura para responder según los estándares de la metafísica naturalizada, o que la pregunta puede ser propensa a la domesticación.

En conexión con esto último, se plantean dos advertencias: (1) Aunque el entrelazamiento se ofrece como respuesta a una pregunta metafísica, esta respuesta se origina en un compromiso serio con una teoría física y, por esta razón, el entrelazamiento no posee ninguna significación más allá de su función en la unión de poliedros en la gravedad cuántica de lazos. Aunque se recurra a él en esta pregunta metafísica, se lo hace como un elemento de la teoría bajo escrutinio que es seleccionado como candidato para responder a nuestra indagación metafísica, y su uso en metafísica debe mantenerse fiel a este origen para cumplir con el estándar de la metafísica naturalizada. (2) Esfeld podría insistir en que el entrelazamiento no es una relación constructora del mundo satisfactoria, puesto que no parece individualizar objetos simples y no puede proporcionar subsistemas separables. Ahora bien, podría ser que aún no hayamos encontrado la relación constructora del mundo correcta en la gravedad cuántica de lazos, pero parece más probable que la pregunta metafísica —y, especialmente, nuestra expectativa acerca de la respuesta— deba adaptarse a lo que la teoría proporciona. En este sentido, responder a las preguntas metafísicas planteadas a las teorías científicas debe adoptar la forma de una negociación entre nuestras aspiraciones metafísicas y los detalles de la teoría. La teoría podría, en última

instancia, indicar que partes de la pregunta metafísica estaban mal planteadas, de modo que estos aspectos se explican en lugar de responderse. Sin embargo, se aprenden lecciones metafísicas en ambos casos, pues el conflicto que impulsa la investigación ha resultado útil para la metafísica naturalizada.

5. Conclusión

La introducción afirmaba que pocos hoy se alinearían con Parménides y doctrinas metafísicas en contra de los sentidos y, por extensión, de la ciencia. Esto es probablemente para bien, pero quizás una resistencia parmenídea del tipo adecuado puede seguir siendo beneficiosa. La historia de la ciencia ha estado llena de sorpresas metafísicas. A menudo, la ciencia ha demostrado explícitamente que nuestras preconcepciones metafísicas eran erróneas, siendo la mecánica cuántica un ejemplo. La ciencia, sin embargo, rara vez es igualmente explícita acerca de qué teoría metafísica debe ocupar el lugar de nuestras preconcepciones; la industria de interpretar la mecánica cuántica ilustra muy bien esta diferencia. Si seguimos el principio de la metafísica naturalizada, los metafísicos no deberían iniciar disputas con la ciencia por estas preconcepciones perdidas: la metafísica debe ceder ante la ciencia. Sin embargo, si simplemente descartamos a los metafísicos así, perdemos un lado de la contribución que la ciencia hace a la metafísica: mientras que la ciencia seguirá demostrando que nuestras preconcepciones metafísicas son erróneas, corremos el riesgo de continuar sin proponer nuevas metafísicas en su lugar si silenciamos las preguntas metafísicas que subyacen a los conflictos entre metafísica y ciencia. Se debería mantener una resistencia parmenídea hasta que la ciencia tenga una historia metafísica *positiva* alternativa que contar.

Tal resistencia se aconsejaba específicamente en circunstancias donde no existe un marco metafísico conocido que sea consistente con la teoría científica. Mientras que algunas teorías científicas simplemente

se alinean con un lado de un debate metafísico, otros conflictos — como el de los lewisianos contra las teorías no espaciales de la gravedad cuántica— pueden interpretarse como un conflicto entre ciencia y metafísica en su conjunto. Es este tipo de conflictos el que es valioso como indicador de dónde la ciencia solo ha ofrecido una respuesta negativa y donde, en consecuencia, hay más trabajo por hacer para la metafísica naturalizada. Solo formulando las preguntas metafísicas revelaremos las metafísicas hasta ahora inconcebibles con las que la ciencia reemplaza nuestras preconcepciones metafísicas. Un poco de resistencia parmenídea asegura que lo hagamos así, y la metafísica naturalizada debería, por lo tanto, acoger los conflictos entre metafísica y ciencia como un recurso para el desarrollo metafísico. La Sección 4 mostró cómo llevar esto a cabo en el contexto de la gravedad cuántica de lazos —una teoría no espacial de la gravedad cuántica— con énfasis en qué reemplaza a la distancia como la relación constructora del mundo en esa teoría. La propuesta fue el entrelazamiento; una respuesta alcanzada como un equilibrio entre los detalles de la teoría científica y las aspiraciones metafísicas de la pregunta.

REFERENCIAS

- Allori, V. (2015). Primitive ontology in a nutshell. *International Journal of Quantum Foundations*, 1(3), 107–122. <https://ijqf.org/archives/2394>
- Andersen, F., & Becker Arenhart, J. R. (2016). Metaphysics within Science: Against radical naturalism. *Metaphilosophy*, 47(2), 159–180. <https://doi.org/10.1111/meta.12175>
- Anderson, E. (2012). Problem of time in quantum gravity. *Annalen der Physik*, 524(12), 757–786. <https://doi.org/10.1002/andp.201200147>

- Baron, S. (2019). The curious case of spacetime emergence. *Philosophical Studies*, 177(8), 2207–2226. <https://doi.org/10.1007/s11098-019-01306-z>
- Baytaş, B., Bianchi, E., & Yokomizo, N. (2018). Gluing Polyhedra with entanglement in loop quantum gravity. *Physical Review D*, 98(2), 026001. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.98.026001>
- Bell, J. S. (2001). The theory of local beables. In M. Bell, K. Gottfried, & M. Veltman (Eds.), *John S. Bell on the foundations of quantum mechanics* (pp. 50–60). World Scientific. <https://doi.org/10.1142/4757>
- Bennett, K. (2016). There is no special problem with metaphysics. *Philosophical Studies*, 173(1), 21–37. <https://doi.org/10.1007/s11098-014-0439-0>
- Bianchi, E. (2017). Spinfoam gravity. In A. Ashtekar & J. Pullin (Eds.), *Loop quantum gravity: The First 30 Years* (pp. 97–124). World Scientific. <https://doi.org/10.1142/10445>
- Bianchi, E., Doná, P., & Speziale, S. (2011). Polyhedra in loop quantum gravity. *Physical Review D*, 83(4), 044035. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.83.044035>
- Bird, A. (2007). *Nature's metaphysics: Laws and properties*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199227013.001.0001>
- Blackburn, S. (2002). Metaphysics. In N. Bunnin & E. P. Tsui-James (Eds.), *The Blackwell companion to philosophy* (pp. 61–89). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470996362.ch4>
- Bricmont, J. (2017). The de Broglie–Bohm theory as a rational completion of quantum mechanics. *Canadian Journal of Physics*, 96(4), 379–390. <https://doi.org/10.1139/cjp-2017-0192>

- Bryant, A. (2020). Keep the chickens cooped: the epistemic inadequacy of free range metaphysics. *Synthese*, 197(5), 1867–1887. <https://doi.org/10.1007/s11229-017-1398-8>
- Carnap, R. (1950). Empiricism, semantics, and ontology. *Revue Internationale de Philosophie*, 4(2), 20–40.
- Chalmers, D. (2009). Ontological anti-realism. In D. Chalmers, D. Manley, & R. Wasserman (Eds.), *Metametaphysics: New essays on the foundations of ontology* (pp. 77–129). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199546046.003.0003>
- Clifton, R., & Halvorson, H. (2001). Entanglement and open systems in algebraic quantum field theory. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 32(1), 1–31. [https://doi.org/10.1016/S1355-2198\(00\)00033-2](https://doi.org/10.1016/S1355-2198(00)00033-2)
- Crowther, K., & Linnemann, N. (2017). Renormalizability, fundamentality, and a final theory: The role of UV-completion in the search for quantum gravity. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 70(2), 377–406. <https://doi.org/10.1093/bjps/axx052>
- Darby, G. (2009). Lewis's worldmate relation and the apparent failure of Humean supervenience. *Dialectica*, 63(2), 195–204. <https://doi.org/10.1111/j.1746-8361.2009.01192.x>
- Dürr, D., Goldstein, S., & Zanghi, N. (2018). *Quantum motion on shape space and the gauge dependent emergence of dynamics and probability in absolute space and time* (pp. 1–27). <https://arxiv.org/abs/1808.06844> (Hay una versión posterior, publicada en una revista revisada por pares: Dürr, D., Goldstein, S. & Zanghi, N. Quantum Motion on Shape Space and the Gauge Dependent Emergence of Dynamics and Probability in Absolute Space and Time. *Journal of Statistical Physics*, 180(1-6), 92–134 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10955-019-02362-9>).
- Esfeld, M. (2018). Metaphysics of science as naturalized metaphysics. In A. Barberousse, D. Bonnay, & M. Cozic (Eds.), *The*

- philosophy of science: A companion* (pp. 142–170). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oso/9780190690649.003.0004>
- Esfeld, M. (2019). Against the disappearance of spacetime in quantum gravity. *Synthese*, 199(Suppl 2), pp. 355–369.
<https://doi.org/10.1007/s11229-019-02168-y>
- Esfeld, M. (2020). A proposal for a minimalist ontology. *Synthese*, 197(5), 1889–1905. <https://doi.org/10.1007/s11229-017-1426-8>
- Esfeld, M., & Deckert, D. A. (2017). *A minimalist ontology of the natural world*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315142272>
- French, S. (2011). Metaphysical underdetermination: why worry? *Synthese*, 180(2), 205–221. <https://doi.org/10.1007/s11229-009-9598-5>
- French, S. (2018). Toying with the Toolbox: How Metaphysics Can Still Make a Contribution. *Journal for General Philosophy of Science*, 49(2), 211–230. <https://doi.org/10.1007/s10838-018-9401-8>
- French, S., & McKenzie, K. (2012). Thinking outside the toolbox: Towards a more productive engagement between metaphysics and philosophy of physics. *European Journal of Analytic Philosophy*, 8(1), 42–59.
https://eujap.uniri.hr/casopis/abstracts/8_1_4.pdf
- French, S., & McKenzie, K. (2016). Rethinking outside the toolbox: Reflecting again on the relationship between philosophy of science and metaphysics. In T. Bigaj & C. Wüthrich (Eds.), *Metaphysics in contemporary physics* (pp. 25–54). Brill.
https://doi.org/10.1163/9789004310827_003
- Goldstein, S., & Teufel, S. (2001). Quantum spacetime without observers: Ontological clarity and the conceptual foundations of quantum gravity. In C. Callender & N. Huggett (Eds.), *Physics meets philosophy at the Planck scale* (pp. 275–289).

- Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511612909.013>
- Hagar, A., & Hemmo, M. (2013). The primacy of geometry. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 44(3), 357–364.
<https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2013.01.003>
- Hedrich, R. (2007). The internal and external problems of string theory: A philosophical view. *Journal for General Philosophy of Science*, 38(2), 261–278. <https://doi.org/10.1007/s10838-007-9048-3>
- Hofweber, T. (2016). *Ontology and the ambitions of metaphysics*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198769835.001.0001>
- Hudson, H. (2016). Non-naturalistic metaphysics. In K. J. Clark (Ed.), *The Blackwell companion to naturalism* (pp. 168–181). Wiley-Blackwell.
<https://doi.org/10.1002/9781118657775.ch12>
- Huggett, N., & Wüthrich, C. (2013). Emergent spacetime and empirical (in)coherence. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 44(3), 276–285.
<https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2012.11.003>
- Humphreys, P. (2013). Scientific ontology and speculative ontology. In D. Ross, J. Ladyman, & H. Kincaid (Eds.), *Scientific metaphysics* (pp. 51–78). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199696499.003.0003>
- Inwagen, P. van. (2015). *Metaphysics*. Westview Press.
<https://doi.org/10.4324/9780429495021>
- Isham, C. J. (1993). Canonical quantum gravity and the problem of time. In L. A. Ibort & M. A. Rodríguez (Eds.), *Integrable systems, quantum groups, and quantum field theories* (pp. 157–287). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-1980-1_6

- Jakslund, R. (2020). Entanglement as the world-making relation: Distance from entanglement. *Synthese*, 198(10), 9661–9693. <https://doi.org/10.1007/s11229-020-02671-7>
- Jones, R. (1991). Realism about what? *Philosophy of Science*, 58(2), 185–202. <https://doi.org/10.1086/289611>
- Kraut, R. (2016). Three Carnaps on ontology. In S. Blatti & S. Lapointe (Eds.), *Ontology after Carnap*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199661985.003.0003>
- Ladyman, J. (2017). An apology for naturalized metaphysics. In M. Slater & Z. Yudell (Eds.), *Metaphysics and the Philosophy of Science: New Essays* (pp. 141–162). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199363209.003.0008>
- Ladyman, J., & Ross, D. (2007). *Every thing must go: Metaphysics naturalized*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199276196.001.0001>
- Lam, V. (2013). The entanglement structure of quantum field systems. *International Studies in the Philosophy of Science*, 27(1), 59–72. <https://doi.org/10.1080/02698595.2013.783976>
- Lam, V. (2016). Quantum structure and spacetime. In T. Bigaj & C. Wüthrich (Eds.), *Metaphysics in contemporary physics* (pp. 81–99). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004310827_005
- Lam, V., & Esfeld, M. (2013). A dilemma for the emergence of spacetime in canonical quantum gravity. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 44(3), 286–293. <https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2012.03.003>
- Lam, V., & Wüthrich, C. (2018). Spacetime is as spacetime does. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 64, 39–51. <https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2018.04.003>

- Lam, V., & Wüthrich, C. (2020). Spacetime functionalism from a realist perspective. *Synthese*, 199(Suppl 2), 335–353. <https://doi.org/10.1007/s11229-020-02642-y>
- Le Bihan, B. (2018). Space emergence in contemporary physics: Why we do not need fundamentality, layers of reality and emergence. *Disputatio*, 10(49), 71–95. <https://doi.org/10.2478/disp-2018-0004>
- Le Bihan, B. (2021). Spacetime emergence in quantum gravity: Functionalism and the hard problem. *Synthese*, 199(Suppl 2), 371–393. <https://doi.org/10.1007/s11229-019-02449-6>
- Le Bihan, B., & Barton, A. (2018). Analytic Metaphysics Versus Naturalized Metaphysics: The Relevance of Applied Ontology. *Erkenntnis*, 86(1), 21–37. <https://doi.org/10.1007/s10670-018-0091-8>
- Lewis, D. (1986a). *On the plurality of worlds*. Blackwell.
- Lewis, D. (1986b). *Philosophical papers* (Vol. II). Oxford University Press.
- Lewis, D. (1994). Symposium: Chance and Credence: Humean Supervenience Debugged. *Mind*, 103(412), 473–490. <https://doi.org/10.1093/mind/103.412.473>
- Loewer, B. (1996). Humean supervenience. *Philosophical Topics*, 24(1), 101–127. <https://doi.org/10.5840/philtopics199624112>
- Lowe, E. J. (1998). *The possibility of metaphysics: Substance, identity, and time*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0199244995.001.0001>
- Maudlin, T. (2007a). Completeness, supervenience and ontology. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 40(12), 3151. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/40/12/S16>
- Maudlin, T. (2007b). *The metaphysics within physics*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199218219.001.0001>
- Miller, E. (2014). Quantum entanglement, Bohmian mechanics, and Humean supervenience. *Australasian Journal of Philosophy*,

- 92(3), 567–583.
<https://doi.org/10.1080/00048402.2013.832786>
- Morganti, M. (2016). Naturalism and realism in philosophy of science. In K. J. Clark (Ed.), *The Blackwell companion to naturalism* (pp. 75–90). Wiley-Blackwell.
<https://doi.org/10.1002/9781118657775.ch6>
- Ney, A. (2012). Neo-positivist metaphysics. *Philosophical Studies*, 160(1), 53–78. <https://doi.org/10.1007/s11098-012-9912-9>
- Norton, J. D. (2020). Incubating a future metaphysics: Quantum gravity. *Synthese*, 197(5), 1961–1982.
<https://doi.org/10.1007/s11229-017-1473-1>
- Oriti, D. (Ed.). (2009). *Approaches to quantum gravity: Toward a new understanding of space, time and matter*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511575549>
- Paul, L. A. (2012). Metaphysics as modeling: The handmaiden’s tale. *Philosophical Studies*, 160(1), 1–29.
<https://doi.org/10.1007/s11098-012-9906-7>
- Penrose, R. (1971). Angular momentum: An approach to combinatorial spacetime. In T. Bastin (Ed.), *Quantum theory and beyond* (pp. 151–180). Cambridge University Press.
- Pitowsky, I. (2006). On the definition of equilibrium. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 37(3), 431–438.
<https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2006.03.001>
- Redhead, M. (1995). More ado about nothing. *Foundations of Physics*, 25(1), 123–137. <https://doi.org/10.1007/BF02054660>
- Ross, D. (2016). Vikings or Normans? The Radicalism of Naturalized Metaphysics. *Metaphysica*, 17(2), 213–227.
<https://doi.org/10.1515/mp-2016-0018>
- Rovelli, C. (2008). Loop quantum gravity. *Living Reviews in Relativity*, 11(5), 1–69. <https://doi.org/10.12942/lrr-2008-5>

- Rovelli, C. (2011). Loop quantum gravity: The first 25 years. *Classical and Quantum Gravity*, 28(15), 153002. <https://doi.org/10.1088/0264-9381/28/15/153002>
- Saunders, S. (2006). Are quantum particles objects? *Analysis*, 66(289), 52–63. <https://doi.org/10.1093/analys/66.1.52>
- Swanson, N. (2020). How to be a relativistic spacetime state realist. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 71(3), 933–957. <https://doi.org/10.1093/bjps/axy041>
- Thomasson, A. L. (2014). *Ontology made easy*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199385119.001.0001>
- Vassallo, A., & Esfeld, M. (2014). A proposal for a Bohmian ontology of quantum gravity. *Foundations of Physics*, 44(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10701-013-9745-1>
- Weatherson, B. (2015). Humean supervenience. In B. Loewer & J. Schaffer (Eds.), *A companion to David Lewis* (pp. 99–115). Wiley-Blackwell.
<https://doi.org/10.1002/9781118398593.ch8>
- Wüthrich, C. (2017). Raiders of the lost spacetime. In D. Lehmkuhl, G. Schieman, & E. Scholz (Eds.), *Towards a theory of spacetime theories* (pp. 297–335). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3210-8_11
- Wüthrich, C. (2019). When the actual world is not even possible. In D. Glick, G. Darby, & A. Marmodoro (Eds.), *The Foundation of Reality: Fundamentality, Space, and Time* (pp. 233–254). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oso/9780198831501.003.0014>
- Yablo, S. (1998). Does Ontology Rest on a Mistake? *Aristotelian Society Supplementary Volume*, 72(1), 229–261. <https://doi.org/10.1111/1467-8349.00044>