

Reducciones eliminativas y la reducción de la mecánica del choque prenewtoniana a la mecánica clásica

Eliminative Reductions and the Reduction of Pre-Newtonian Shock Mechanics to Classical Mechanics

María de las Mercedes O'Lery^{i, ii}  

ⁱ Universidad de Buenos Aires; Buenos Aires; Argentina

ⁱⁱ Universidad Nacional de Quilmes; Buenos Aires; Argentina

Correspondencia: María de las Mercedes O'Lery. Correo electrónico: mercedesolery@gmail.com

Recibido: 16/03/2024

Revisado: 14/05/2024

Aceptado: 20/06/2024

Citar así: O'Lery, María de las Mercedes. (2024). Reducciones eliminativas y la reducción de la mecánica del choque prenewtoniana a la mecánica clásica. *Revista Guillermo de Ockham*, 22(2), pp. 147-156. <https://doi.org/10.21500/22563202.6987>

Editor en jefe: Norman Darío Moreno Carmona, Ph. D. <https://orcid.org/0000-0002-8216-2569>

Editor invitado: Evandro Agazzi, Ph. D., <https://orcid.org/0000-0002-5131-7281>

Copyright: © 2024. Universidad de San Buenaventura Cali. La *Revista Guillermo de Ockham* proporciona acceso abierto a todo su contenido bajo los términos de la licencia *Creative Commons* Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

Declaración de intereses: la autora ha declarado que no existe ningún conflicto de intereses.

Disponibilidad de los datos: todos los datos relevantes se encuentran en el artículo. Para más información, póngase en contacto con el autor de la correspondencia.

Financiación: Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Argentina [PICT-2018-3454].

Descargo de responsabilidad: el contenido de este artículo es responsabilidad exclusiva de la autora y no representa una opinión oficial de sus instituciones ni de la *Revista Guillermo de Ockham*.

Resumen

En el presente trabajo, se reflexiona en torno al concepto de *reducción eliminativa* propuesto para las teorías físicas (Gutschmidt, 2014). El propósito es defender que la caracterización formal de la *reducción interteórica* propuesta por la concepción estructuralista muestra ventajas elucidatorias respecto de los análisis clásicos, pero aún mantiene una limitación al momento de capturar un rasgo eliminativo presente en algunos casos de reducción interteórica. Para ello, se utiliza el análisis del caso concreto de la reducción de la mecánica del choque prenewtoniana a la mecánica clásica. Este ejemplo de reducción ha sido ampliamente estudiado por la concepción estructuralista e ilustra un rasgo eliminativo que no logra capturarse en las reconstrucciones propuestas.

Palabras clave: reducción interteórica, reducción directa, reducción indirecta, reducción eliminativa, reducción ontológica, estructuralismo, mecánica del choque, mecánica clásica.

Abstract

In this paper, we reflect on the concept of eliminative reduction proposed for physical theories (Gutschmidt, 2014). Our purpose is to defend that the formal characterization of the intertheoretical reduction proposed by the structuralist approach presents elucidatory advantages concerning classical analyses but still maintains a limitation at the moment of capturing an eliminative feature present in some cases of intertheoretical reduction. For this purpose, we consider the specific case of the reduction of pre-Newtonian collision mechanics to classical mechanics. This example of reduction has been widely studied by the structuralist approach and illustrates an eliminative feature that is not captured in the proposed reconstructions.

Keywords: intertheoretical reduction, direct reduction, indirect reduction, eliminative reduction, ontological reduction, structuralism approach, collision mechanics, classical mechanics.

Introducción

La ciencia experimenta cambios de diversas maneras. El concepto de *reducción interteórica*, tal como se emplea en filosofía de la ciencia, intenta capturar y precisar algunos de los modos en los que suceden esas variaciones. No todos los cambios en la ciencia suponen la ocurrencia de una relación de reducción entre las teorías involucradas. Los cambios graduales y continuos

que acontecen en una teoría a lo largo del tiempo no implican, en principio, relaciones de reducción subyacentes. Por el contrario, la noción de reducción ha estado más ligada a la posibilidad de profundizar en aquellos cambios de teoría. Estos han recibido gran atención a partir de los aportes de Kuhn en el análisis de las revoluciones científicas. Es así como el concepto de *reducción interteórica* ha estado en diálogo con otras nociones como el de progreso científico e inconmensurabilidad.

Entre los ejemplos paradigmáticos que han motivado la especulación sobre la reducción en la ciencia están la relación de las leyes galileanas y la teoría planetaria de Kepler con la mecánica de Newton, la de esta última con la física relativista, la de la termodinámica con la mecánica estadística, entre otros. Todos se han tratado intuitivamente como cambios de teoría. Algunos se ofrecen con mayor claridad como fenómenos de absorción de una teoría por otra. Otros presentan una naturaleza más disruptiva. Todos los fenómenos de cambio en la ciencia que motivan la idea de reducción, sin embargo, coinciden en ejemplificar lo que aparenta ser un cambio en la ciencia a partir de una ciencia preexistente.

En este trabajo, se reflexiona acerca de la adecuación de los análisis de reducción interteórica, en particular del análisis propuesto por el estructuralismo metateórico, para capturar aquellos fenómenos de cambio en la ciencia que conllevan el reemplazo de una teoría predecesora por una sucesora. Este ejercicio reflexivo está motivado por la caracterización de reducciones eliminativas propuesta por Rico Gutschmidt (2014) y por el análisis del caso especial de la reducción de la mecánica del choque prenewtoniana a la mecánica clásica. Ese ejemplo concreto de cambio en ciencia ha sido ampliamente analizado por la concepción estructuralista (Balzer y Mühlhölzer, 1982; Balzer *et al.*, 1987; Moulines, 1984, 1985). Además, este caso posee el rasgo eliminativo que Gutschmidt (2014) considera presente en algunos de reducción. El análisis ofrecido defiende que el tratamiento estructuralista aporta una importante precisión en la tarea elucidatoria de este escenario, pero también señala algunas limitaciones que persisten impidiendo capturar el carácter eliminativo que este ejemplo de reducción muestra.

Reducción interteórica: análisis clásicos

En los debates clásicos sobre reducción, establecer la ocurrencia de una relación reductiva entre las teorías involucradas en un cambio permite, en algún sentido, racionalizarlo. Así, la justificación de un cambio de teoría puede apelar al argumento de que la teoría reductora logra explicar la reducida (Nagel, 1935, 1949, 1961), o bien a que la teoría reductora logra superar en amplitud y profundidad el poder explicativo de la reducida (Kemeny y Oppenheim, 1956). El desafío por dar con un único modelo formal de reducción que agotara cómo se relacionan las teorías protagonistas de un cambio científico de tipo reductivo llevó a Ernest Nagel (1949, 1961) a plantear dos condiciones básicas: la conectabilidad y la derivabilidad.

En la base de la condición de conectabilidad se encuentra la intuición de que las teorías involucradas en un fenómeno de reducción están, en algún sentido, vinculadas semánticamente. La condición de derivabilidad, por su parte, formaliza la idea de que la teoría reductora ofrece aseveraciones más estrictas acerca del mundo que la teoría reducida. Nagel apeló a un modelo lógico-sintáctico para establecer todo fenómeno de reducción entre teorías. En un sentido hempeliano, en la relación reductiva, la teoría reductora explica nomológico-deductivamente a la reducida. Si el esquema lógico explicativo requiere de enunciados de correlación, es decir, suposiciones adicionales que permitan vincular el significado de los términos de la teoría reducida con los de la teoría reductora, la reducción será heterogénea. En casos triviales, donde no se requiera enunciados adicionales que vinculen términos del lenguaje de una y otra teoría, la reducción será homogénea.



Kemeny y Oppenheim (1956) objetaron este modo de establecer la reducción. Para estos autores, las limitaciones y críticas hacia la propuesta nageliana eran la consecuencia de esa manera *directa* de pensar el vínculo reductivo. Para Kemeny y Oppenheim (1956), la reducción ocurre cuando es posible establecer que la teoría reductora explica *indirectamente* a la teoría reducida; en otras palabras, cuando la teoría reductora explica con mayor éxito aquello que la teoría reducida explicaba. Si bien algunos casos especiales de reducción podían defenderse y tratarse de manera directa, consideraron más apropiado un análisis indirecto para establecer dicha relación.

Reducciones₁ y reducciones₂ de Nickles

Algunos años más tarde, Thomas Nickles (1973a) se opuso a las pretensiones de arribar a un único modelo formal para el concepto de reducción interteórica y cuestionó que todas las reducciones de teorías científicas puedan caer bajo una única caracterización. Para Nickles, la reducción interteórica juega un rol destacado al responder cómo los científicos determinan el dominio de investigación de las teorías. Siguiendo a Shapere (1973), Nickles entiende a los dominios como el cúmulo total de información del que debe, idealmente, dar cuenta una teoría. En la investigación científica, los respectivos dominios se determinan y se unifican en relación con una teoría y, cuando una teoría sucede a otra, estos se modifican. De ahí que Nickles otorgue a la reducción interteórica una importante tarea elucidatoria acerca de cómo se transforman los dominios en la sucesión de teorías.

Primero, Nickles (1973a) distinguió entre reducciones *preservadoras de dominios* y *combinadoras de dominios*. Las reducciones *combinadoras de dominios* son aquellas en las que dos teorías preexistentes, junto con sus dominios, se reúnen bajo una única teoría. Estos casos suelen suponer una reducción ontológica y una consolidación de los postulados teóricos. Formalmente, la consolidación de postulados se alcanza cuando se demuestra que los de la teoría reducida son lógicamente derivados de los que ofrece la teoría reductora, volviéndolos lógicamente superfluos. Las reducciones combinadoras de dominios son en esencia lo que, en otro trabajo, Nickles (1973b) llamó “reducciones₁”. Las reducciones₁ son aquellas que pueden ajustarse a un tratamiento lógico como el propuesto en el análisis clásico de Nagel.

Por otro lado, en las reducciones preservadoras de dominios, la reducción no conlleva unificar dos dominios de teorías preexistentes, sino sustituir una teoría anterior por otra sucesora. Para Nickles, estas reducciones podían ejemplificarse en casos como la relación entre la teoría especial de la relatividad (sucesora) y la mecánica clásica (predecesora). La principal función de este tipo de reducciones reside en el rol justificatorio y heurístico que cumplen. Si una teoría sucesora reduce a otra predecesora (verbigracia, al establecer un límite apropiado), recibe el apoyo del que gozaba esta última. Es decir, la reducción mostrará que la teoría sucesora es explicativamente exitosa donde la teoría predecesora lo era.

A diferencia de las reducciones combinadoras de dominios –las que por ser en esencia reducciones₁ se ajustan a la caracterización nageliana de reducción–, en las reducciones preservadoras de dominios no se logra una consolidación postulacional ni una reducción ontológica. En estas se espera una incompatibilidad lógica que imposibilita que la teoría reducida sea explicada deductivamente por la reductora (Nickles, 1973a, 1973b). Ello hace que este tipo de reducciones no puedan ser estudiadas de forma adecuada bajo el modelo nageliano. Nickles las distingue llamándolas “reducciones₂”.

No todas las reducciones implican la explicación de una teoría por otra. Las reducciones₂ son aquellas en las que el propósito de la reducción no consiste en alcanzar la explicación

de la teoría reducida por parte de la reductora. Nickles apela a reconocer la ocurrencia de otras funciones epistémicas en la reducción de teorías más allá de la explicación. Así, las reducciones₂ muestran cómo el éxito de las teorías sucesoras impone restricciones en las variables y las relaciones presentes en la teoría sucesora, marcándole una guía heurística. Además, la capacidad de la nueva teoría en igualar el éxito explicativo de la teoría predecesora se vuelve también un argumento para consolidar o justificar la predecesora. De este modo, mientras que la función epistémica en las reducciones₁ es explicar una teoría a partir de otra; las reducciones₂ juegan un rol heurístico y de justificación.

Reducciones eliminativas en la física

Estos análisis clásicos de reducción en ciencia se respaldaron en principios con ejemplos de teorías en el ámbito de la física, aunque no se proponían como exclusivos para dicha disciplina. Paralelo al debate acerca de la reducción interteórica en ciencia, en las últimas décadas se desarrolla una línea de investigación destinada a evidenciar la naturaleza de las reducciones en el contexto de las teorías físicas (Palacios, 2024). En ese contexto de discusión, Gutschmidt (2014) ha argumentado que existen al menos dos tipos de fenómenos observables en los ejemplos de relaciones interteóricas en la historia de la física, los cuales exigen distinguir entre aquellos de tipo reductivo y los que no lo son. Para Gutschmidt, las relaciones interteóricas en física pueden clasificarse bajo dos clases: relaciones de *vecindad* y *reducciones eliminativas*.

De acuerdo con Gutschmidt, la mayoría de las relaciones interteóricas en física son de vecindad. En ese sentido, dos teorías independientes y contradictorias pueden establecer una relación de vecindad (1) si tratan de los mismos fenómenos físicos, (2) si las comparaciones matemáticas y conceptuales muestran que los conjuntos de soluciones de las ecuaciones de la teoría predecesora son asintóticamente aproximados y, por lo tanto, topológicamente vecinos de los conjuntos de soluciones de la teoría sucesora, y (3) si, en consecuencia, los conceptos de la teoría predecesora pasan asintóticamente a los conceptos de la teoría sucesora (Gutschmidt, 2014, pp. 55-56).

A diferencia de las relaciones de vecindad, las reducciones eliminativas suponen fenómenos de cambio de teoría en los que no hay un carácter retentivo, sino que la teoría predecesora es suplantada y eliminada por la sucesora. Se coincide con Gutschmidt en que esta característica eliminativa de algunos cambios en la ciencia ha sido pasada por alto en los debates sobre reducción. Empero, para el análisis de la reducción de la mecánica del choque prenewtoniana a la mecánica clásica, el concepto de reducción eliminativa es particularmente interesante.

El ejemplo ofrecido por Gutschmidt para subrayar este carácter eliminativo es de la reducción de la ley de Galileo acerca de la caída de los cuerpos a la ley de gravitación de Newton. A partir de las objeciones que recibió el modelo newtoniano en cuanto a la imposibilidad de obtener siempre deducciones lógicas, este caso se analizó en gran parte de la bibliografía sobre reducción en términos de una derivación aproximativa con el auxilio de relaciones limitantes. La ley de Galileo acerca de la caída de los cuerpos es reducida por la ley de gravitación de Newton en la medida en que la aceleración constante en la primera puede ser derivada a partir de la aceleración creciente en la segunda si la distancia del cuerpo que cae a la superficie de la Tierra, en comparación con el radio terrestre, es cero (Gutschmidt, 2014, p. 51).

Este modo de tratar la reducción supone establecer una relación directa entre dos teorías independientes que son contradictorias; es decir, no es posible deducir la ley original de Galileo a partir de la ley de gravitación de Newton, pero sí derivarla aproximativamente



(Gutschmidt, 2014, p. 51). Esta relación directa se alcanza cuando se establece una comparación entre las dos teorías, aunque no en cuanto a su capacidad explicativa sobre los fenómenos. Sin embargo, como hace notar Gutschmidt, la ley de Galileo es superflua no por su derivación aproximada, sino porque la física newtoniana también puede describir la caída de los cuerpos de manera similar a la ley de Galileo, como se ha demostrado en el proceso de limitación comparativa. La ley de Galileo se reduce eliminativamente, debido a una reducción indirecta basada en la explicación de los fenómenos y no solo por una comparación directa con la teoría de Newton (Gutschmidt, 2014, p. 51). De este modo, en la propuesta de Gutschmidt, la posibilidad de establecer adecuadamente una reducción eliminativa exige no solo un análisis directo (a partir de una relación comparativa), sino uno indirecto (basado en la explicación de fenómenos).

Análisis clásicos y reducción eliminativa

Ahora, es pertinente considerar este concepto de reducción eliminativa a la luz de los análisis clásicos sobre la reducción interteórica.¹ En primer lugar, la distinción entre reducciones homogéneas y heterogéneas en Nagel (1961) supone una correlación en el lenguaje de las teorías que haga posible la derivación lógica y, de este modo, la explicación de una teoría a partir de la otra. De ahí que, como se mencionó, en términos de Kemeny y Oppenheim este enfoque entrañe un análisis directo. Por el contrario, el análisis indirecto no apela a considerar una correlación respecto de todos los términos del lenguaje, sino especialmente del lenguaje empírico de las teorías; dado que la reducción indirecta evalúa la capacidad explicativa que dos teorías muestran respecto de los mismos fenómenos.

En segundo lugar, con base en esta distinción entre enfoques, el concepto de reducción eliminativa (Gutschmidt, 2014) exige considerar tanto las reducciones directas como las indirectas (Kemeny y Oppenheim, 1956). En términos llanos, es necesario establecer una comparación entre el lenguaje de las teorías, pero además evaluar los méritos explicativos de ambas.

En tercer lugar, desde un enfoque directo, las reducciones heterogéneas, en términos de Nagel, se corresponderían con las reducciones combinadoras de dominios de Nickles. Para Nagel, la presencia de términos en el lenguaje de la teoría reducida que no están presentes en la teoría reductora hace imposible una derivación lógica directa. Para Nickles, dado que en estas reducciones se da la unificación de los dominios de dos teorías, los dominios históricamente distintos de los fenómenos implicarán diferentes vocabularios descriptivos, casi por definición (Nickles, 1973b). Por ello, al igual que en las reducciones heterogéneas nagelianas, serán necesarios enunciados de correlación que permitan la derivación lógica. Es de recordar que estas son las identificadas como reducciones₁, es decir, aquellas que pueden ajustarse a un tratamiento lógico como el propuesto en el análisis clásico de Nagel y que equivalen a la explicación de una teoría a partir de otra, permitiendo alcanzar una economía postulacional y ontológica.

Sin embargo, podría darse una diferencia sutil e importante entre lo que defendería Gutschmidt y lo que afirma Nickles. Para este último, las reducciones₁ muestran que una teoría queda absorbida en otra haciendo lógicamente superfluos a sus postulados, pero

1. Un ejercicio de este tipo puede realizarse en relación con modelos de reducción interteórica posteriores a los análisis clásicos, tales como el modelo Schaffner-Hooker-Bickle (Bickle, 1998; Hooker, 1981a, 1981b, 1981c; Schaffner, 1967) o, incluso, con análisis más recientes como los de Batterman (2002), Butterfield (2011a, 2011b, 2014) o Dizadji-Bahamani *et al.* (2010). En este caso, la pretensión es más modesta y solo se busca ubicar el concepto de reducción eliminativa en el contexto de las intuiciones que han estado presentes desde el primer momento en el debate clásico acerca de la reducción interteórica.

sin que estos sean eliminados como incorrectos (Nickles, 1973a, 1973b).² Gutschmidt, por su parte, defenderá que la posibilidad de deducir la ley de una teoría a partir de otra la hace prescindible o superflua y, por ello, eliminable, aunque no necesariamente por incorrecta. Esta cuestión no es menor, dado que no es del todo claro si en las reducciones₁ los postulados de la teoría unificada pueden seguir empleándose, justificados por la derivación lógica. Mientras que Gutschmidt intenta subrayar el hecho de que los postulados de la teoría predecesora, en el caso de una reducción eliminativa, son suprimidos y no continúan empleándose para explicar los fenómenos. Así, lo que parece defender Gutschmidt es que las leyes de la teoría predecesora se abandonan no por superfluas, sino por la ventaja explicativa que ofrecen las leyes de la teoría sucesora.

En las reducciones homogéneas de Nagel, por su parte, no existen términos del vocabulario descriptivo de la teoría reducida que no estén en el vocabulario descriptivo de la teoría reductora. Esto hace que no sean necesarios enunciados de correlación para permitir la derivación lógica entre ambas teorías. Para Nickles, las reducciones de preservación de dominios son homogéneas en lo que se refiere a los términos, pero excepcionalmente serán derivacionales en el sentido de Nagel. En otras palabras, la presencia de los mismos términos no garantiza la derivación lógica, como lo muestra la reducción de la mecánica clásica a la teoría de la relatividad, donde el término “masa” no conserva el mismo significado en ambas (Nickles, 1973b, p. 187). El concepto de reducción₂ de Nickles se ofrece como una objeción a la posibilidad de que la comparación directa del lenguaje de dos teorías, por sí sola, asegure la deducción entre sus leyes y la consecuente eliminación de estas como superfluas.

En lo que sigue, y a la luz de lo considerado hasta aquí, se analiza el caso de la reducción interteórica entre la mecánica del choque newtoniana y la mecánica clásica.

La reducción de la mecánica del choque newtoniana a la mecánica clásica

En general, se acepta que los trabajos de John Wallis, Christopher Wren y Christiaan Huygens (1668-1669) fueron los primeros tratamientos matemáticos de los fenómenos de choque que mostraron una alta confirmación empírica. Estos constituyeron las versiones posgalileanas y poscartesianas más satisfactorias de una mecánica del choque previa a la formulación de Newton. Es comprensible, por ello, que estas teorizaciones se agrupen bajo el rótulo de *teoría de choque newtoniana* (MCHPN).

Sumado a ello, las semejanzas que a primera vista aparecen entre estas teorizaciones y la mecánica newtoniana que le sucedió han llevado a intuir un fenómeno histórico de absorción de una teoría (la mecánica del choque newtoniana) por otra, en este caso, la mecánica clásica (MC). Desde el análisis filosófico, el vínculo entre estas teorías ha sido considerado como uno de reducción interteórica.

En términos nagelianos, este caso clasificaría como una reducción homogénea. Estas teorías compartirían un vocabulario común, por lo cual no serían necesarias leyes puente que permitan la derivabilidad, de modo que la conectabilidad no estaría problematizada. Además, podría tratarse como un ejemplo de estados sucesivos de una teoría (en este caso,

2. Recuérdese que, para Nickles, las reducciones₀ de combinación de dominios se identifican con las reducciones heterogéneas en sentido nageliano. Para Nickles, los dominios de fenómenos históricamente distintos suponen diferentes vocabularios descriptivos, lo que hace necesarios enunciados adicionales H que vinculen los términos en una y otra teoría. Estas oraciones adicionales establecerán condiciones iniciales y restrictivas, de manera que la derivación lógica de una a partir de la otra es posible solo a condición de H. Así, cuando finalmente se establece la reducción, ya no es necesario creer que la teoría reducida (y predecesora) mencionaba procesos especiales que no estuvieran presentes también en la reductora (sucesora).



la mecánica), a través de los cuales su vocabulario se ha extendido, pero no ha cambiado. Dado que es posible establecer una comparación en cuanto al vocabulario de ambas teorías, *Kemeny y Oppenheim (1956)* no objetarían que este caso pudiera considerarse en términos de una reducción directa. En términos de Nickles, este ejemplo debería tratarse como el de una reducción preservadora de dominios. Sin embargo, esto lo clasificaría como una reducción₂, en la que no es necesariamente posible establecer una derivación lógica de los postulados de la MCHPN a partir de los de la MC. Ello, a su vez, deja sin responder por qué los principios de Huygens, Wallis y Wren ya no son válidos para explicar los fenómenos de choque.

Así, al igual que con la ley de Galileo, este caso concreto podría también ejemplificar una reducción eliminativa (*Gutschmidt, 2014*). En otros términos, la teoría reductora resultó adecuada para explicar todos los fenómenos explicados por la teoría reducida, volviéndola obsoleta para una descripción completa del mundo. Si este fuera el caso, el análisis de este ejemplo, que hasta ahora se ha tratado intuitivamente en términos de una reducción directa, debería complementarse con una evaluación desde el punto de vista de una reducción indirecta, a fin de advertir su carácter eliminativo.

Hasta ahora, el estructuralismo metateórico es el único marco que ha ofrecido una evaluación de este caso. En lo que sigue, se aborda el tratamiento estructuralista de la relación de la MCHPN y la MC.

Análisis estructuralista de la reducción de la MCHPN a la MC

Desde la concepción estructuralista, se han ofrecido reconstrucciones de MCHPN que permiten hacer visible su relación interteórica con la MC (*Balzer y Mühlhölzer, 1982; Balzer et al., 1987; Moulines, 1984, 1985*). Las condiciones formales para una relación interteórica de reducción se han elaborado desde los trabajos de Wolfgang Balzer a inicios de los ochenta (*Balzer, 1982; 1985*), llegando a la versión más actual de dicha noción en *An Architectonic for Science (Balzer et al., 1987)*.

En el marco de la metateoría estructuralista, la reducción de la MCHPN a la MC se ha tratado como una reducción exacta; dicho de otro modo, no aproximativa (*Balzer et al., 1987, pp. 317-328*) y ontológicamente homogénea (*Moulines, 1984*).³ En la caracterización estructuralista de la reducción interteórica, el espíritu del requisito nageliano de conectabilidad se ve salvaguardado siempre que pueda establecerse un vínculo a nivel de los marcos conceptuales de ambas teorías. Esto ubica al concepto estructuralista de reducción interteórica bajo un enfoque directo acerca del vínculo que mantienen las teorías protagonistas de una reducción.

El tratamiento que el estructuralismo hace de este caso concreto es consistente en algunos aspectos tanto con la evaluación que haría Nagel de este caso (reducción homogénea) como con el de Nickles (reducción preservadora de dominios). Empero, esas semejanzas no son absolutas. Para Nagel, las reducciones homogéneas son tales que no presuponen la necesidad de enunciados de correlación que permitan la derivación lógica. En el análisis

3. La caracterización formal de la reducción interteórica propuesta por el marco estructuralista presenta una insuficiencia o debilidad, dado que teorías no vinculadas reductivamente podrían satisfacer los requisitos formales exigidos para esa relación formal. *Moulines (1984)* había advertido esa insuficiencia y propuso la condición adicional de reducción ontológica: “existe al menos un aspecto adicional de la reducción que es pasado por alto [en el esquema de reducción en términos estructuralistas]. Esto es lo que me gustaría llamar ‘el aspecto ontológico’. Deseo argumentar que, para una imagen completa de una relación reductiva entre dos teorías, hay que tener en cuenta algún tipo de relación entre los dominios respectivos. De lo contrario, cuando somos confrontados con un ejemplo particular de un par reductivo, sentiríamos que todo lo que tenemos es una relación matemática *ad hoc* entre dos conjuntos de estructuras, tal vez por casualidad teniendo las propiedades matemáticas que exigimos para la reducción, pero sin decir realmente algo sobre ‘el mundo’. Podríamos tener una relación reductiva entre dos teorías que son completamente ajenas entre sí” (p. 55).

estructuralista de la reducción de la MCHPN a la MC, la condición nageliana de derivabilidad solo puede alcanzarse si se propone un enunciado que correlacione la velocidad escalar de la MCHPN con la velocidad vectorial de la MC (Balzer *et al.*, 1987, p. 321).

Por otro lado, para Nickles, las reducciones preservadoras de dominios se identifican con reducciones₂, es decir, con reducciones que no aseguran la derivación lógica. Sin embargo, en el análisis estructuralista se pueden reconstruir las premisas necesarias para derivar lógicamente la ley de conservación del momento (axioma fundamental de los modelos de MCHPN) a partir de la segunda ley de Newton (axioma fundamental de los modelos de MC). Además, con base en el análisis ontológico de esta relación (Moulines, 1984), las entidades involucradas en los eventos de choques de la mecánica prenewtoniana se identificarían con aquellas supuestas por la mecánica clásica. Esto posibilita que la evaluación comparativa del lenguaje de ambas teorías no se quede en el nivel de los términos y pueda sumergirse al del significado de estos.

No obstante, el tratamiento estructuralista de la reducción de la MCHPN a la MC ha procurado capturar una de las intuiciones básicas que este ejemplo inspira; a saber, que la mecánica del choque prenewtoniana se expresa en un vocabulario que es muy “próximo” a la mecánica de Newton. En un sentido obvio, se parecen bastante: afirman cosas que, en apariencia, son semejantes y se refieren a los mismos fenómenos.

Pese a ello, una segunda intuición válida para este caso es que, en un sentido relevante, las teorías son distintas, dado que la mecánica del choque prenewtoniana fue en efecto reemplazada por la mecánica del choque de Newton. Los choques no se explican apelando a la simetría de Huygens y la relatividad galileana, sino a la conservación del *momentum* newtoniano. Las leyes prenewtonianas sobre los choques eran explicativamente exitosas, pero fueron eliminadas, no necesariamente por considerarlas superfluas, sino por concebirlas, en algún sentido, como poco precisas, incompletas o incluso incorrectas.

En trabajos recientes (O’Lery, 2023a, 2023b), se ha argumentado la necesidad de revisar el análisis estructuralista ofrecido de este caso histórico de reducción, mostrando que no solo el concepto de velocidad, sino también el de masa requieren enunciados de correlación; nociones que parecen haberse asimilado acríticamente en ambas teorías. Estos análisis no han surgido del rechazo del instrumental estructuralista, sino de la propuesta de un refinamiento de la noción de reducción ontológica (O’Lery, 2018, 2023a) que permite profundizar aún más en el aspecto comparativo de las teorías. Estos aportes complementan los análisis estructuralistas sobre la reducción de la MCHPN a la MC, con el fin de capturar con mayor precisión la naturaleza eliminativa que este caso inspira.

Conclusiones

En este trabajo, tomando como punto de partida el concepto de reducción eliminativa propuesto por Rico Gutschmidt (2014), se reflexionó acerca del carácter eliminativo que presenta el ejemplo de la reducción de la mecánica del choque prenewtoniana a la mecánica clásica. Para ello, en primer lugar, se abordó el concepto de reducción eliminativa en el marco general de los análisis clásicos sobre reducción interteórica. Posteriormente, se presentó el caso de la reducción de la mecánica del choque prenewtoniana a la mecánica clásica y los aspectos esenciales del análisis de este desde la perspectiva estructuralista. De este modo, se pretendió argumentar que el análisis estructuralista hasta ahora aplicado a este caso histórico de reducción alcanza y supera en precisión a los enfoques clásicos, aunque aún muestra algunas limitaciones al evidenciar la naturaleza eliminativa que presenta.



Referencias

- Balzer, W. (1982). *Empirische Theorien: Modelle, strukturen, Beispiele*. Vieweg.
- Balzer, W. (1985). Incommensurability, reduction, and translation. *Erkenntnis*, 23(3), 255-267. <https://doi.org/10.1007/BF00168293>
- Balzer, W., y Mühlhölzer, F. (1982). Klassische Stoßmechanik. *Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie*, 13, 22-39. <https://doi.org/10.1007/BF01801183>
- Balzer, W., Moulines, C. U., y Sneed, J. D. (1987). *An architectonic for science: The structuralist program*. Reidel.
- Batterman, R. (2002). *The devil in the details: Asymptotic reasoning in explanation, reduction, and emergence*. Oxford University Press.
- Bickle, J. (1998). *Psychoneural reduction: The new wave*. MIT Press.
- Butterfield, J. (2011a). Emergence, reduction and supervenience: A varied landscape. *Foundations of Physics*, 41(6), 920-959. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1106.0704>
- Butterfield, J. (2011b). Less is different: Emergence and reduction reconciled. *Foundations of Physics*, 41(6), 1065-1135. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1106.0702>
- Butterfield, J. (2014). Reduction, emergence, and renormalization. *Journal of Philosophy*, 111(1), 5-49. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1406.4354>
- Dizadji-Bahmani, F., Frigg, R., y Hartmann, S. (2010). Who's afraid of Nagelian reduction? *Erkenntnis*, 73(3), 393-412. <https://doi.org/10.1007/s10670-010-9239-x>
- Gutschmidt, R. (2014). Reduction and the neighbourhood of theories: A new approach to the intertheoretic relations in physics. *Journal for General Philosophy of Science*, 45(1), 49-70. <https://doi.org/10.1007/s10838-014-9240-1>
- Hooker, C. (1981a). Towards a general theory of reduction. Part I: Historical and scientific setting. *Dialogue*, 20(1), 38-59. <https://doi.org/10.1017/S0012217300023088>
- Hooker, C. (1981b). Towards a general theory of reduction. Part II: Identity in reduction. *Dialogue*, 20(2), 201-236. <https://doi.org/10.1017/S0012217300023301>
- Hooker, C. (1981c). Towards a general theory of reduction. Part III: Cross-categorial reduction. *Dialogue*, 20(3), 496-529. <https://doi.org/10.1017/S0012217300023593>
- Kemeny, J. G., y Oppenheim, P. (1956). On reduction. *Philosophical Studies*, 7(1-2), 6-19. <https://doi.org/10.1007/BF02333288>
- Moulines, C. U. (1984). Ontological reduction in the natural sciences. En W. Balzer, D. A. Pearce y H. J. Schmidt (Eds.), *Reduction in science: Structure, examples, philosophical problems* (pp. 51-70). Reidel.
- Moulines, C. U. (1985). Tipología axiomática de las teorías empíricas. *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 17(51), 41-69. <https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.1985.587>
- Nagel, E. (1935). The logic of reduction in the sciences. *Erkenntnis*, 5, 46-52. <https://doi.org/10.1007/BF00172282>
- Nagel, E. (1949). The meaning of reduction in the natural sciences. En R. C. Stouffer (Ed.), *Science and civilization* (pp. 99-135). University of Wisconsin Press.
- Nagel, E. (1961). *The structure of science: Problems in the logic of explanation*. Harcourt, Brace & World.
- Nickles, T. (1973a). Heuristics and justification in scientific research: Comments on Shapere. En F. Suppe (Ed.), *The structure of scientific theories* (pp. 571-589). University of Illinois Press.

- Nickles, T. (1973b). Two concepts of intertheoretic reduction. *The Journal of Philosophy*, 70(7), 181-201. <https://doi.org/10.2307/2024906>
- O'Lery, M. M. (2018). Reducción y estructuralismo. *Perspectivas*, 3(2), 121-137. <https://doi.org/10.20873/rpv3n2-42>
- O'Lery, M. M. (2023a). Ontological reduction: The reduction of classical collision mechanics to classical particle mechanics. En C. Abreu (Ed.), *Philosophy of science in the 21st century: Contributions of metatheoretical structuralism* (pp. 41-60). NEL; UFSC.
- O'Lery, M. M. (2023b). Análisis de un caso de reducción homogénea. En L. Al-Chueyr Pereira Martins, L. M. Duque Martínez, L. Federico, G. Guerrero Pino y M. M. O'Lery (Eds.), *Reflexiones filosóficas e históricas: ciencia, enseñanza y política científica* (pp. 129-139). AFHIC; Universidad del Valle.
- Palacios, P. (2024). Intertheory relations in physics. En E. N. Zalta y U. Nodelman (Eds.), *The Stanford encyclopedia of philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/spr2024/entries/physics-interrelate/>
- Schaffner, K. (1967). Approaches to reduction. *Philosophy of Science*, 34, 137-147. <https://doi.org/10.1086/288137>
- Shapere, D. (1973). Scientific theories and their domains. En F. Suppe (Ed.), *The structure of scientific theories* (pp. 518-566). University of Illinois Press.