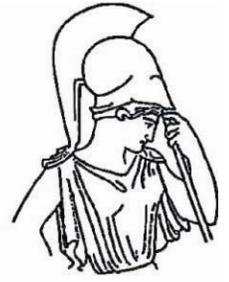




**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS**



**FACULTAD DE  
FILOSOFÍA Y LETRAS**

**LA RELEVANCIA EPISTEMOLÓGICA DEL CONCEPTO DE  
'COMPRENSIÓN CIENTÍFICA' PARA LA EXPLICACIÓN**

**TESIS**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO**  
**EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA**  
**PRESENTA**

**ARTURO RAMOS ARGOTT**

**DIRECTORA: DRA. ÁNGELES ERAÑA LAGOS**



**México, D. F., enero de 2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS**

**LA RELEVANCIA EPISTEMOLÓGICA DEL CONCEPTO DE**  
**‘COMPRENSIÓN CIENTÍFICA’ PARA LA EXPLICACIÓN**

**TESIS**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN FILOSOFÍA**  
**DE LA CIENCIA**  
**PRESENTA**

**ARTURO RAMOS ARGOTT**

**DIRECTORA: DRA. ÁNGELES ERAÑA LAGOS**

**México, D.F., enero de 2009**

A mis padres que me apoyaron en todo.

A la Dra. Ángeles Eraña Lagos.

Al Dr. Henk. W. De Regt.

A la Dra. Sandra Ramírez Sánchez.

Al Dr. Alfonso Arroyo Santos.

Al Dr. Álvaro Peláez Cedrés.

Al CONACYT por la beca otorgada.

Al Instituto de Investigaciones Filosóficas.

Y a la UNAM.

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>I</b>
<b>Capítulo I. La explicación en la biología.....</b>	<b>1</b>
Modelos de explicación sin leyes ni relaciones deductivas.....	2
Leyes en las ciencias.....	11
Conclusiones.....	17
<b>Capítulo II. La explicación en la física.....</b>	<b>19</b>
El requisito de alta probabilidad.....	21
El contexto de la física clásica.....	30
Conclusiones.....	35
<b>Capítulo III. La comprensión por medio de la explicación científica.....</b>	<b>39</b>
Dos formulaciones de la comprensión.....	41
La comprensión y las teorías científicas.....	49
<b>Conclusiones.....</b>	<b>58</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>61</b>

## Introducción

Al postular su modelo Nomológico-Deductivo Hempel pretendía ofrecer una serie de condiciones, contenidas en un modelo formal, que determinaran cuándo un conjunto de enunciados podía ser considerado como una explicación científica. Estas condiciones constituyeron un criterio para evaluar toda posible explicación. Hempel y Oppenheim (1948) afirmaron que su modelo había sido construido con base en el estudio de ejemplos de explicaciones de fenómenos del área de la física solamente, pero que, en general, el criterio de su modelo podía ser satisfecho por explicaciones realizadas para fenómenos fuera de esta área, tales como las que ofrecen la biología, la sociología, psicología, etc<sup>1</sup>. El modelo de Hempel se basa en el supuesto de que cualquier explicación debe satisfacer los mismos criterios si ha de considerarse como científica. Por eso, si hubiéramos preguntado ¿qué es una explicación científica? en ese momento en el que el artículo de Hempel y Oppenheim estaba en boga, la respuesta hubiera sido que es un argumento que logra explicar el fenómeno en cuestión relacionándolo deductivamente con una o varias leyes de la ciencia, por medio de la definición de las condiciones iniciales. Se pensaba que todas las explicaciones científicas cumplían estos requerimientos: enunciados ordenados argumentalmente siguiendo las reglas de la lógica, invocación de leyes científicas expresadas a la manera de la física, enunciados que representaban hechos experimentales, etc.

---

<sup>1</sup> “Our characterization of scientific explanation is so far based on a study of cases taken from the physical sciences. But the general principles thus obtained apply also outside this area.” (Hempel, 1948: 13).

En efecto, durante algunos años, existió un consenso de que el modelo hempeliano ofrecía una definición clara y concreta del concepto de 'explicación científica'. Según Salmon (1990), este consenso existente mostraba la opinión compartida en cuanto al criterio que las explicaciones científicas debían satisfacer. Es así que el texto de Hempel-Oppenheim marca un hito en la historia de la explicación científica. Este era un momento cumbre porque ningún otro autor, hasta hace poco, consideró que algún criterio dado pudiera ser satisfecho por todas las explicaciones científicas.

Posteriormente surgieron varias críticas en contra del modelo de explicación de Hempel. Con el paso del tiempo se fue poniendo en duda el supuesto sobre el que fue construido el criterio hempeliano. Los problemas aparecieron al evaluar algunas explicaciones científicas que no satisfacían las condiciones establecidas. Fue con el surgimiento de estas críticas que se perdió la idea de que se había encontrado un criterio estándar para evaluar todas las explicaciones científicas. Filósofos como Nagel (1961) y Scriven (1962) observaron que el modelo de Hempel no podía dar cuenta de todas las explicaciones científicas porque no todas ellas seguían los mismos principios.

Cuando se mostraron los problemas específicos (Ruben, 1990) que surgían al evaluar ciertas explicaciones científicas con el modelo hempeliano, aparecieron criterios alternativos que se propusieron con el afán de resolverlos. Hoy en día, el resultado de este proceso es la existencia de una multiplicidad de modelos de explicación científica y la pérdida de un consenso para responder a la pregunta acerca de los criterios que debería satisfacer toda explicación científica. Hasta ahora, cada modelo propuesto contiene un conjunto diferente de condiciones a satisfacer. La falta de una noción única o estándar que

funcione para evaluar el estatuto de cientificidad de las explicaciones crea algunos problemas y situaciones indeseables en la filosofía de la ciencia. Los autores expresan esto de diversas formas. Por ejemplo, van Fraassen dice:

Para redondear la discusión sobre la terminología, aclararemos qué tipo de términos pueden ser los sujetos gramaticales, o los objetos gramaticales, del término ‘explicar’. El uso no está reglamentado: cuando decimos ‘¡Aquí está la explicación!’, podemos estar refiriéndonos a un hecho, a una teoría o a una cosa. Además, frecuentemente es posible señalar más de una cosa que puede ser denominada ‘la explicación’. Y finalmente, mientras que una persona puede decir que la teoría de la gravitación de Newton explicaba las mareas, otra puede decir que Newton utilizó esta teoría para explicar las mareas. (van Fraassen, 1980: 128).

Salmon expresa este problema de la siguiente manera:

En este punto hay una fuerte tentación para tomar una página del *Logical Foundations of Probability* de Carnap y anunciar que hay dos conceptos de la explicación científica – explicación<sub>1</sub> y explicación<sub>2</sub> – las cuales, ambas, son perfectamente legítimas y no deben ser confundidas una con otra. La pregunta es cómo caracterizarlas a ellas y a la manera en que se relacionan. (Salmon, 1990: 184).<sup>2</sup>

Newton-Smith plantea el problema así:

Tenemos una vergüenza de acaudalados. Tenemos explicaciones por referencia a la causalidad, a las identidades, a las analogías, a la unificación y posiblemente a otros factores. Filosóficamente desearíamos encontrar alguna teoría más profunda que explicara qué es lo que hace que estas, aparentemente diversas formas de explicar, sean explicativas. De esto carecemos por el momento. (Newton-Smith, 2000: 130).

Trout dice acerca de este problema: “Por el momento, no hay, ni una descripción formal de la explicación que nos satisfaga, ni un acuerdo acerca de los criterios informales importantes para considerar algo como una buena explicación” (Trout, 2000: 214). Sin embargo, el problema específico que se presenta con la falta de una noción general es la aparición de discusiones interminables acerca de si son científicas algunas explicaciones de fenómenos fuera y dentro del área de la física. En concreto y por citar un ejemplo, aunque se puede afirmar con relativa facilidad que existen explicaciones de fenómenos biológicos

---

<sup>2</sup> Las traducciones son realizadas del inglés al español por mí.

en la actualidad, no se puede afirmar con la misma facilidad que estas explicaciones son científicas, teniendo en cuenta la noción Hempeliana. Muchas explicaciones de fenómenos biológicos, y de fenómenos en otras áreas que no sean la física, no satisfacen los criterios que Hempel postuló. Además, no es muy claro que las explicaciones tales como las de la física cuántica puedan ser consideradas científicas, según las condiciones que establece dicho criterio. Hempel consideraba que las explicaciones que no cumplen las condiciones de su criterio son pseudoexplicaciones (Hempel, 1965: 234). Sin embargo, esta conclusión no tiene mucha aceptación por parte de filósofos como Mayr, Cartwright, Machamer, Railton, Salmon, biólogos y físicos de la mecánica cuántica en general, porque, aunque las explicaciones de estas áreas, por decir algunas, no cumplen alguno o todos los requerimientos del modelo Hempeliano, si proveen de comprensión<sup>3</sup> científica, y esto es algo que toda explicación científica logra (De Regt y Dieks, 2005). La pregunta a responder se puede plantear así: ¿no será que el criterio de Hempel es inadecuado para evaluar todas las explicaciones científicas porque deja fuera aquellas ofrecidas para fenómenos biológicos y cuánticos, por mencionar algunas?, o, ¿deberíamos buscar otra noción menos restrictiva de la explicación científica que tome en cuenta no sólo el criterio de Hempel, sino algunos otros? En síntesis, el problema es que existen algunas explicaciones que se consideran científicas y que no satisfacen los criterios de Hempel.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Debe considerarse que no estoy suponiendo que la explicación es la única manera de obtener comprensión, pueden existir muchas otras. Tampoco supongo que sólo la explicación científica provee de comprensión. Toda explicación, sea científica o no, parece tener la finalidad de proveer de comprensión. Lo que se vuelve difícil, y es el objetivo de esta tesis, es cómo defender que se tiene comprensión de un fenómeno por medio de una explicación científica. La comprensión en este sentido es científica.

<sup>4</sup> También existen algunas explicaciones que satisfacen el criterio de Hempel y que se considera que no son científicas. (Salmon, 1979:68).

El objetivo de esta tesis es presentar y defender la propuesta del filósofo y físico Henk De Regt. Su hipótesis es que todas las explicaciones científicas, también las de tipo hempeliano, proveen comprensión de los fenómenos involucrados. La comprensión científica se obtiene, de acuerdo con la visión de De Regt, por medio de una explicación cuando ésta apela a una teoría<sup>5</sup> científica. Ahora bien, no se debe pensar que existe algo así como una comprensión biológica, o una comprensión cuántica, etc. Lo que postula De Regt es que la comprensión científica de un fenómeno biológico se obtiene por medio de un tipo de explicación diferente al de las explicaciones de los fenómenos de la física clásica, o de las de la física cuántica, etc. La principal característica que hace diferentes a las explicaciones científicas, son las teorías científicas a las que apela cada explicación. Por ejemplo, las explicaciones científicas que satisfacen el criterio hempeliano apelan a las teorías de la física clásica; las explicaciones mecanicistas de sistemas complejos que satisfacen otros criterios que no son el hempeliano, apelan a las herramientas teóricas de la biología.

Cabe resaltar que mucho antes que De Regt, otros autores ya habían propuesto que proveer de comprensión fuera considerado como uno de los objetivos a cumplir por las explicaciones científicas (Salmon 1990a, 1990b). Particularmente, Friedman (1974) y Kitcher (1981) la postularon como un requisito formal objetivo que las explicaciones científicas debían satisfacer. No obstante, este requisito seguía siendo problemático porque, de acuerdo con la visión de estos autores, sólo unas cuantas explicaciones científicas podían proveer comprensión de los fenómenos, básicamente sólo las explicaciones Nomológico-Deductivas. La propuesta de De Regt tiene la particularidad de que la postula como un

---

<sup>5</sup> Debe considerarse que con el término 'teoría' pretendo hacer referencia a todas las herramientas teóricas particulares que cada ciencia utiliza. Así, no identifico este término con algún tipo de herramienta teórica en especial.

requisito formal que puede ser satisfecho, no sólo por unas cuantas, sino por todas las explicaciones científicas. Por esta razón, de una manera informal, este autor afirma que la comprensión puede unificar los tipos de explicación científica que existen.

El principal problema al que se enfrenta cualquier autor al proponer que la comprensión tiene un papel importante para la explicación es modificar la concepción que tradicionalmente, desde Hempel, se tiene de ella, “tales expresiones como ‘reino de entendimiento’ y ‘comprensible’ no pertenecen al vocabulario de la lógica, pues ellas se refieren a aspectos psicológicos o pragmáticos de la explicación” (Hempel, 1965: 413). Hempel afirma que hay básicamente dos elementos indeseables en el concepto de comprensión: el aspecto psicológico y el pragmático. Más adelante, otros autores realizaron varias críticas más a este concepto. Trout dirige su crítica principalmente a la formulación psicológica de la comprensión que la concibe como un ‘sentimiento’, dice que éste “puede surgir debido a una impresión psicológica de que los mecanismos explicativos son transparentes y coherentes, o a que la explicación parece verosímil, y que por tanto debería ser aceptada con confianza” (Trout, 2002: 214). Trout concluye que el sentimiento de la comprensión no es necesario ni suficiente para una buena explicación y que en todo caso, para nada es una indicadora confiable acerca de la verdad de una explicación. Van Fraassen niega que pueda haber una relación entre la comprensión y una teoría verdadera, ni por lo menos, con una teoría empíricamente adecuada. De esta manera afirma que la comprensión es una cuestión puramente pragmática. Él dice que “la afirmación de que la teoría T explica, o provee una explicación del hecho E, no presupone o implica que T sea verdadera, ni siquiera que sea empíricamente adecuada” (van Fraassen, 1980: 128).

Inicialmente De Regt afirma que la comprensión es un “concepto unificador” (De Regt y Dieks, 2005: 137) de los modelos de explicación<sup>6</sup>, pero conforme avanza en su estudio afirma que la comprensión se puede expresar como un requerimiento formal. Lo ve primero como un concepto unificador porque establece de una manera muy general que toda explicación tiene la finalidad de dar comprensión (De Regt y Dieks, 2005: 137). Este concepto se puede transformar después en un requerimiento formal al postular que la comprensión científica se obtiene por medio de una explicación sólo cuando ésta apela a una teoría científica, lo cual hacen todas las explicaciones científicas.

La propuesta de De Regt no debe confundirse con otros tipos de unificación. El proyecto de Friedman, en su artículo de 1974, también se sustenta en la idea de que la comprensión es la finalidad que cumplen las explicaciones. Propone una teoría de la explicación cuyo objetivo es unificar las leyes de la física; la comprensión se obtiene cuando la explicación logra hacer lo anterior. Este autor nos dice que:

---

<sup>6</sup> La idea de que los modelos de explicación deberían unificarse en un solo criterio viene incluso desde antes que Hempel propusiera el suyo. Benjamin en 1941 ya consideraba la necesidad de la unificación de las nociones de explicación en una sola concepción: “Con una visión de clarificar el significado de este término me gustaría discutir los varios modos característicos de la explicación científica. Para que una tal discusión sea posible el término debe ser usado en su significado más general. Con ‘explicación’ debemos representar algo que sea suficientemente amplio en su connotación para no discriminar entre las varias escuelas.” (Benjamin, 1941: 486). El tipo de unificación de la que habla Benjamin, implica abstraer, de la observación de los modelos de explicación existentes, aquella propiedad que todos estos compartan, la cual funcione como base del criterio general a satisfacer por las explicaciones científicas. Esto finalmente repercutiría en la elaboración de una definición universal de la explicación científica. Newton-Smith comparte esta idea: “Las definiciones del diccionario típicamente exponen la noción de explicación en términos de comprensión: una explicación es algo que da comprensión o hace que algo sea inteligible. Quizás esta es la noción unificadora. Los diferentes tipos de explicación son todos, tipos de explicación en virtud de su poder de dar comprensión.” (Newton-Smith, 2000:131). De Regt comparte el espíritu de la propuesta de Benjamin y Newton-Smith. Su teoría parte de la suposición de que existen distintas nociones de explicación. Suposición, además, que se puede verificar por la variedad existente de modelos de explicación fundamentalmente distintos. La teoría de De Regt se basa en el estudio de los modelos de explicación científica, y en ese sentido describe su proyecto con el término ‘unificación’ de estos modelos.

La teoría Cinética efectúa una unificación significativa en lo que tenemos que aceptar. Donde una vez teníamos tres hechos en bruto—que los gases aproximadamente obedecen la ley Boyle-Charles, que obedecen la ley de Graham, y que tienen las capacidades de calor que tienen —ahora sólo tenemos uno—que las moléculas obedecen las leyes de la mecánica. (Friedman, 1974: 14).

Según esta visión, se puede demostrar que las leyes de Boyle-Charles y de Graham se pueden derivar de las leyes de la mecánica, por lo que los fenómenos descritos por las dos anteriores, se pueden explicar, utilizando el modo Hempeliano, con las últimas. En este caso, las leyes se unifican en unas cuantas, las de la mecánica. Friedman nos dice que esta unificación es lo que nos da, contrario a lo que pensaba Hempel, una comprensión objetiva y general del mundo, él afirma no ver “porque no pueda haber un sentido objetivo o racional de la ‘comprensión científica’, un sentido en el que lo que es científicamente comprensible sea constante para una, relativamente, larga clase de gente.”(Friedman, 1974: 8). Sin embargo, es importante notar que, en su análisis, Friedman no toma en cuenta otros modelos de explicación. Él supone de principio la validez y univocidad del modelo de Hempel, juicio que sustenta en la objetividad del mismo:

Concluyo que el modelo N-D tiene las siguientes ventajas: provee una condición clara, precisa y simple —vinculación—que la relación de la explicación debe satisfacer, la cual, como condición necesaria, no es claramente una equivocación. También, hace que la explicación sea objetiva. (Friedman, 1974: 9).

De acuerdo con esto, el único problema de la noción Hempeliana de la explicación es que no establece cuál es su finalidad, es decir, no responde a las preguntas ¿para qué explicar?, ¿qué se logra al explicar un fenómeno? Friedman se pone como objetivo arreglar esta falta del modelo de explicación de Hempel al establecer que se puede afirmar, sin riesgo de caer en cuestiones psicológicas o pragmáticas, que la finalidad de toda explicación es proveer de comprensión objetiva del mundo. En síntesis, Friedman describe la comprensión como una

unificación de las leyes de la física por medio de la relación deductiva entre ellas. En donde el objetivo es encontrar las leyes en las cuales se puedan unificar lógicamente todas las demás, y que nos permitan explicar todos los fenómenos de la física a la manera Hempeliana. El problema de la propuesta de Friedman y del unificacionismo en este sentido, es que el criterio postulado no es satisfecho por todas las explicaciones científicas, lo cual de nueva cuenta nos mete en el problema expuesto más arriba.

De Regt coincide con Hempel en que la comprensión tiene un carácter pragmático innegable; pero al mismo tiempo, no sólo rechaza que ésta sea un fenómeno subjetivo (un sentimiento), sino que además defiende, similarmente a como lo hace Friedman, que funciona como un criterio objetivo que permite distinguir las explicaciones científicas de las pseudocientíficas. Dice este autor “Contra Hempel, van Fraassen, y Trout, sostenemos que la naturaleza pragmática de la comprensión no es inconsistente con que sea pertinente epistemológicamente.” (De Regt y Dieks, 2005: 141). Por lo que el problema para la tesis de este filósofo, el mismo que para la de Friedman, es mostrar que la pragmática de la comprensión no implica la introducción de elementos subjetivos. El punto central sobre el que se sostiene su defensa es la idea de que la comprensión se obtiene por medio de una explicación sólo cuando ésta apela a una teoría científica, es decir, un sujeto que quiera explicar un fenómeno no puede invocar cualquier cosa en su explicación, debe ser una teoría científica; tampoco puede ser cualquier teoría científica, debe ser la adecuada para sustentar la explicación de un fenómeno específico. De esta forma, la acción pragmática de un sujeto se constriñe por medio de un criterio objetivo. Se supone de principio que existen varias teorías científicas y de distinto tipo (teorías de la biología, de la mecánica cuántica, de la física clásica, etc.), la cuestión entonces es cómo decidir aquella que sea pertinente

para la explicación de un fenómeno dado. La comprensión, postulada como una condición formal, asiste en esta cuestión. Esto se verá con detalle y cuidado en el tercer capítulo.

En el primer capítulo compararé la explicación mecanicista de sistemas complejos (usada para explicar ciertos fenómenos del área de la biología) y el modelo Nomológico-Deductivo de Hempel, para mostrar que aun si en el primer modelo no se apela a leyes ni a relaciones deductivas entre los enunciados de la explicación (y por tanto, dicho modelo no satisface dos de los requerimientos del modelo hempeliano) éste puede considerarse como proveedor de comprensión científica. Argumentaré que esto último es el caso en tanto que el modelo mencionado apela a teorías científicas de la biología (mismas que son pertinentes para los fenómenos en cuestión) y por tanto, satisface la condición de la comprensión postulada por De Regt.

Se puede poner en duda que algunas de las explicaciones científicas para fenómenos de la biología satisfagan la noción hempeliana, pero uno supondría, a partir de lo que dijo Hempel, que todas las explicaciones de los fenómenos físicos lo hacen. De acuerdo con Salmon y Railton esto no es así. Ellos afirman que los enunciados de las explicaciones de fenómenos cuánticos no se relacionan deductivamente, ni inductivamente. Por tanto, no satisfacen el modelo N-D ni el Inductivo-Estadístico de Hempel. No obstante, estas explicaciones satisfacen el requerimiento de De Regt porque apelan a teorías científicas. Esto se verá en el segundo capítulo.<sup>7</sup> El examen de estos tipos de explicación científica y

---

<sup>7</sup> Debe tenerse presente que en todo el trabajo utilizo el modelo hempeliano como medida de comparación entre modelos por dos razones: una es que es el modelo clásico de la explicación científica; y dos porque sus autores afirmaron que el criterio postulado es satisfecho por todas las explicaciones científicas. Por esta razón, la exposición acerca de las diferencias entre los modelos de explicación será muy general ya que no

sus problemas para satisfacer el criterio de la explicación científica de Hempel me permitirán afirmar que la propuesta de De Regt captura apropiadamente (y lo hace de mejor manera que las propuestas que siguen la tradición de la física como modelo epistemológico) algunas de las características fundamentales que comparten las explicaciones científicas en la discusión filosófica sobre este tema.

---

compararé todos los modelos. Una exposición más detallada acerca de estas cuestiones, bajo el objetivo de este trabajo, sería excesivo, sin embargo para un mejor análisis se pueden consultar (Nagel, 1961; Suchting, 1967; Aronson, 1969; Cupples, 1980).

## Capítulo I. La explicación en la biología

Si el criterio propuesto por Hempel en su modelo Nomológico-Deductivo realmente pudiera ser satisfecho por todas las explicaciones científicas, probablemente no hubieran aparecido modelos alternativos de explicación. Sin embargo, estos aparecieron, y pareciera que esto es el caso precisamente, porque se tomaban en cuenta algunas explicaciones, acerca de las cuales existían buenas razones para llamarlas científicas, que no satisfacían la noción hempeliana de la explicación, es decir, no satisfacían uno, o todos los requerimientos postulados por Hempel. Un análisis acerca de estas explicaciones se vuelve entonces necesario.

En la primera sección haré ver las diferencias que existen entre el modelo deductivo de Hempel y la explicación mecanicista, según el modelo de Machamer et al., usualmente utilizada para fenómenos de la biología. Así como Hempel observó casos de la física para construir su modelo, la construcción del modelo mecanicista viene de la observación de casos de la biología. En concreto, examinaré el del fenómeno de la síntesis de proteínas. Podremos observar que las explicaciones mecanicistas, según el modelo en la línea Glennan y Machamer et al., no satisfacen dos de los requerimientos presentes en la noción de explicación de Hempel: no apelan al uso de leyes, ni a la relación deductiva entre los enunciados de la explicación. Tampoco la herramienta teórica que describe el fenómeno de la síntesis de proteínas satisface estos dos requerimientos, lo cual parece indicar que existen algunas similitudes entre la teoría y la explicación. En la segunda sección discutiré las diferencias entre la biología y la física en lo concerniente a las leyes, desde el punto de vista de filósofos como Mayr y Salmon. La conclusión a la que llegan estos autores es que la

actividad científica de una parte de la biología no procede postulando leyes. La cuestión de las leyes es el único punto que se abordará en este capítulo. Ahondar más en el análisis de por qué son diferentes las ciencias y por qué son diferentes las teorías científicas y los productos de éstas, es una cuestión que no atañe al presente trabajo. No pretendo explorar las razones que las hacen diferentes. Ni abordar un estudio que prescriba la manera ideal en que todas, o algunas, deberían proceder. Sean cuales sean las respuestas a estas cuestiones, lo importante para este trabajo es tan sólo exponer la relación de conformidad que se establece al construir los modelos de explicación con las teorías científicas correspondientes. Esto resulta en modelos de explicación fundamentalmente distintos, bajo el supuesto de que lo que los hace diferentes son las teorías científicas a las que apelan. La conclusión a la que pretendo llegar es que el criterio de Hempel no puede ser satisfecho por algunas explicaciones de fenómenos de la biología.

### **Modelos de explicación sin leyes ni relaciones deductivas**

Los requerimientos propuestos por Hempel y Oppenheim para el modelo N-D son 4 (1948: 11). De los cuatro que postularon, los dos requerimientos siguientes no representan un problema en la discusión filosófica sobre la explicación científica: “Las proposiciones constituyendo el explanans deben ser verdaderas.” (Hempel y Oppenheim, 1948: 9); “El explanans debe tener contenido empírico” (Hempel y Oppenheim, 1948: 9). Los otros dos requerimientos son los problemáticos porque, por ejemplo, la explicación mecanicista no los cumple: Ni el requerimiento de que “El explanans debe contener leyes generales, y esto debe ser requerido realmente para la derivación del explanandum...” (Hempel y Oppenheim, 1948: 9); ni el de que “El explanandum debe ser una consecuencia lógica del explanans...” (Hempel y Oppenheim, 1948: 9). De acuerdo con Scriven, estas dos

condiciones son las que originan la controversia de la explicación deductiva hempeliana, porque son sus características fundamentales. Dice este autor “Ahora tenemos una idea general del modelo de explicación de Hempel y Oppenheim, el cual he bautizado en otra parte, por razones obvias, ‘el modelo deductivo’” (Scriven, 1962: 66). Precisamente, uno de los primeros en realizar una crítica a Hempel fue Scriven en 1962. Salmon expone esta crítica así, “Él nota que en muchos – si no es que en la mayoría – de los casos, una explicación de un hecho particular consiste en citar otro hecho particular” (Salmon, 1990: 36). Si un hecho es explicado por otro hecho, entonces no es explicado por una ley. El punto central de la crítica de Scriven es la existencia de explicaciones satisfactorias que no acuden a la utilización de leyes<sup>8</sup>.

Quizás la razón más importante que tienen Hempel y Oppenheim para insistir en la inclusión de leyes en la explicación es lo que yo pienso es su creencia en que, sólo teniendo una tales leyes en mente podría tener fundamentos racionales para exponer su explicación. Esto es simplemente falso (Scriven, 1962: 68).

Por lo menos dos tipos de explicación apoyan la tesis de Scriven: la teleológica y la mecanicista. Ninguno de los modelos construidos con base en estas explicaciones pone como requerimiento el uso de leyes, ni establece que la relación entre los enunciados de la explicación tenga que ser deductiva. Aunque sólo examinaré el modelo mecanicista a profundidad, debe tomarse en cuenta que hay más modelos que carecen del postulado del uso de leyes. Por ejemplo, Woodward también propone una teoría de la explicación con la que se puedan construir explicaciones que no apelan a leyes. Dice este autor:

---

<sup>8</sup> Para Scriven, la condición fundamental que una explicación debe satisfacer para ser científica es el de la verdad empírica. Las explicaciones que apelan a hechos para explicar un fenómeno dado son científicas si de hecho describen las cosas como suceden. Dice Scriven “If an explanation explicitly contains false propositions, we can call it incorrect or inaccurate.” (Scriven, 1962:69).

La idea central es que una explicación exitosa tiene que ver con la exhibición de patrones de dependencia contrafáctica que describen cómo el sistema, cuyo comportamiento queremos explicar, cambiaría bajo distintas condiciones. Como veremos, el que una generalización figure en tal patrón de dependencia y, por lo tanto, sea usada para explicar, tiene que ver más con el hecho de que sea invariante que con sea legal. (Woodward y Hitchcock, 2003: 2).

Antes de empezar el examen sobre el modelo mecanicista de la explicación es necesario recalcar que existen por lo menos dos concepciones de éste, uno, desarrollado por Glennan y Machamer et al., que involucra la idea de sistema complejo (Glennan, 2002: S344) y el otro propuesto en la línea conformada por Railton y Salmon que solamente describe un proceso causal (Salmon, 1990a). Veamos el modelo mecanicista de Glennan y Machamer et al.

Este modelo se construyó con la intención de describir las explicaciones de fenómenos de la biología y por tanto, supone la idea de sistema complejo. Un sistema complejo se refiere, en la mayoría de los casos, según Glennan (2002), a entidades de la biología, como órganos, células, etc. Los sistemas complejos describen ‘comportamientos’ de estas entidades biológicas (Glennan, 2002: S344). Las entidades biológicas tienen distintos comportamientos dependiendo del estado en el que se encuentre el sujeto del cual forman parte. Por ejemplo, el corazón tiene un comportamiento distinto dependiendo de si el sujeto está durmiendo, caminando, corriendo, nadando, etc. Al correr, el corazón aumenta el número de latidos por minuto y por tanto, la cantidad de sangre que bombea. Esto determina un tipo de comportamiento que se distingue de otros. Bajo esta concepción, las entidades biológicas se caracterizan por presentar, cada una de ellas, varios comportamientos asociados que responden a situaciones específicas. Incluso, el comportamiento de una entidad puede determinarse en virtud de la función particular que

se estudie en un momento dado. Ciertos órganos del cuerpo cumplen varias funciones distintas, por tanto, tienen varios comportamientos asociados dependiendo de la función que cumplan en un momento dado. Esto es lo que nos explica Glennan:

Un sistema complejo puede exhibir varios comportamientos diferentes, y el análisis del sistema dependerá del comportamiento que esté bajo consideración. Por ejemplo, un corazón es tanto un mecanismo que bombea sangre, como un mecanismo que produce ruido; el corazón como bomba puede admitir un análisis diferente que el corazón como hacedor de ruido. (Glennan, 2002: S344)

Además, la hipótesis de los sistemas complejos pretende capturar la idea de que hay cierta interacción entre las partes de las que éstos se componen. Cada parte del sistema cumple una función y trabaja paralelamente con las demás, para responder y actuar en conformidad con la situación por la que atraviesa el sistema en cada etapa del proceso; un sistema complejo se adapta a las situaciones. Por todas estas características se vuelve, prácticamente, muy difícil postular leyes acerca de los comportamientos de los sistemas complejos (Glennan, 1996) y, por esto, no es fácil que las explicaciones mecanicistas satisfagan el requerimiento de Hempel sobre el uso de leyes. Tampoco satisfacen la condición de que los enunciados de la explicación se relacionen deductivamente. Machamer, Darden y Craver, nos permiten observar esto último:

Los mecanismos son regulares en tanto que siempre, o la mayor parte del tiempo, trabajan de la misma manera bajo las mismas condiciones. La regularidad es exhibida de la manera típica en que el mecanismo va desde el principio hasta el final; lo que lo hace regular es la continuidad productiva entre etapas. Descripciones completas de los mecanismos exhiben continuidad productiva sin huecos desde las condiciones iniciales hasta las terminales. Las continuidades productivas son las que hacen inteligibles las conexiones entre etapas. Si un mecanismo se representa esquemáticamente como  $A \rightarrow B \rightarrow C$ , entonces la continuidad yace en las flechas y su explicación es en términos de las actividades que las flechas representan. Una flecha faltante, a saber, la inhabilidad para especificar una actividad, deja un hueco explicativo en la continuidad productiva del mecanismo. (Machamer, Darden, Craver, 2000: 3).

El aspecto central que caracteriza a las explicaciones mecanicistas es la continuidad sucesiva de una etapa descriptiva a otra. El conjunto de todas las etapas pretende representar un proceso completo determinado. La continuidad de las explicaciones mecanicistas difiere de la de las explicaciones N-D porque en éstas últimas la continuidad es lógica-deductiva, lo cual quiere decir que uno puede ir de una premisa a otra usando una regla de derivación. De esta manera, el explanandum es una implicación lógica del explanans. Por el contrario, en la continuidad mecanicista uno va de una etapa a otra simplemente observando que esto pasa en los sistemas naturales examinados. Powers explica este ir de una etapa a otra como una "acción por contacto continuo " (Powers, 1985: 46), entre las partes del sistema. De acuerdo con esto, el modelo de la explicación mecanicista, usando el esquema de Machamer et al., puede ser descrita como  $A \rightarrow B \rightarrow C$ , donde C es el explanandum que representa una etapa terminal subsecuente de las etapas anteriores (A, B). Llegar a C no se determina por medio de reglas lógicas, sino por la confirmación realizada por las observaciones de un proceso temporal, delimitado etapa-por-etapa, de un sistema natural. Describir el proceso de esta manera carece premeditadamente de la pretensión de postular que un explanandum se da necesariamente dado un explanans. Uno puede concluir que la explicación mecanicista, desde esta perspectiva, no depende de la inclusión de leyes sino de la descripción fiel del proceso que pueda ser confirmada por la experiencia. En síntesis, el modelo mecanicista es diferente al modelo N-D porque no apela a leyes y porque los enunciados de la explicación no se relacionan deductivamente. Por lo tanto, las explicaciones mecanicistas de sistemas complejos, según Machamer et al. y Glennan, no satisfacen los dos requerimientos fundamentales de Hempel.

Si nos preguntamos acerca del origen de las diferencias entre el modelo mecanicista y el modelo deductivo de Hempel, podemos encontrar que, una respuesta es que las explicaciones a partir de las cuales se construyó el modelo mecanicista carecen de las características que Hempel observó en las explicaciones de fenómenos de la física. El modelo de Machamer et al. responde a casos específicos de fenómenos de la biología. La diferencia más importante que existe entre las explicaciones de ciertos fenómenos de la biología y las explicaciones de fenómenos de la física son las teorías científicas a las que apelan. Un ejemplo de esto es la teoría que describe el fenómeno de la síntesis de proteínas. A continuación expongo la interpretación teórica que describe este fenómeno tal y como se hace en la biología (De Robertis-Hib, 1998; Nason, 1965):

a) Transcripción. En este punto se inicia el proceso de la síntesis de proteínas. Todo comienza dentro del núcleo de la célula. El objetivo de esta etapa del proceso es generar una copia de una parte del ADN, y llevar esta copia al citoplasma.

b) Traducción:

    Iniciación de la síntesis. Los ribosomas realizan la lectura de la copia de información.

    Elongación de la cadena polipeptídica. Es la etapa en la que sucede la construcción de cadenas de aminoácidos.

    Terminación de la síntesis. Es la marca que evita que se siga construyendo una cadena de aminoácidos indefinidamente.

c) Estructura. En esta etapa las cadenas de aminoácidos se pliegan sobre sí mismas para conformar una estructura determinada. La manera en que estas cadenas se plieguen es lo que determinara la función de la proteína.

Aquí *a*, *b*, *c* representan los estados observables que el proceso atraviesa para conformar la totalidad del fenómeno de la síntesis de proteínas. Es importante notar que el modelo mecanicista describe fielmente este fenómeno porque la relación entre los estados *a*, *b*, *c* según esta interpretación teórica, no es de necesidad lógica. La etapa *c* no es una implicación lógica de *a*, *b*. El transcurso que sucede de *a* hasta *c* no se puede expresar deductivamente, por tal motivo se expresa en un orden sucesivo. El proceso *a-c* conforma un tipo de generalización que describe el fenómeno de la síntesis de proteínas. Existen controvertidas discusiones acerca de si el tipo de generalizaciones que ofrece la biología, como el proceso biológico expuesto, son algo similar a leyes o no. Mayr, Salmon, Cartwright y en general los autores que estudian estos temas, afirman que lo que hace que las generalidades descritas en la biología no puedan ser consideradas leyes es su naturaleza histórica o contextual. (Hempel, 1965; Salmon, 1990).

Una de las diferencias centrales que pueden señalarse entre la biología y la física es que la primera incluye, en las descripciones que hace de los fenómenos, algún tipo de información histórica<sup>9</sup> de los seres vivos. En general, las ciencias de la vida<sup>10</sup> pueden ser divididas en dos campos: uno que puede ser estudiado desde la física y la química (e. g. la biología molecular) y otra parte que debe incluir estudios históricos (e. g. la evolución en biología, el desarrollo de ecosistemas, la historia médica de los pacientes para el diagnóstico, etc.).

Mayr dice que:

---

<sup>9</sup> La interpretación teórica de la evolución es un ejemplo paradigmático. En el discurso de los evolucionistas se hacen constantes referencias a las ‘generaciones pasadas’ y ‘generaciones futuras’. Darwin nos muestra esto “It seems pretty clear that organic beings must be exposed during several generations to new conditions of life to cause any appreciable amount of variation; and that when the organization has once begun to vary, it generally continues to vary for many generations.”(Darwin, 1859: 453).

<sup>10</sup> La designación ciencias de la vida incluye la biología, la medicina, ecología, etc.

la biología consiste realmente de dos diferentes campos, biología mecanicista (funcional) y biología histórica. La biología funcional trata con la fisiología de todas las actividades de los organismos vivos, particularmente con todos los procesos celulares, incluyendo aquellos del genoma. (Mayr, 2004: 24)

La biología molecular, biología funcional en términos de Mayr, es la parte de la biología que puede ser tratada con la metodología y el contenido nomológico de la física porque el objeto de estudio de ésta última no son todos los fenómenos biológicos, sino sólo aquellos dentro del dominio de la física. Pero la biología molecular no lo es todo en las ciencias de la vida. En torno a esta discusión, Carnap afirmó, mucho antes, que “la biología presupone a la física, pero no viceversa.” (Carnap, 1938: 395). Esto significa que hay más en la biología que sólo fenómenos físicos<sup>11</sup>. Los estudios que se puedan realizar de un fenómeno biológico deben considerarse dentro de un marco físico-histórico compuesto. En suma, las explicaciones de fenómenos biológicos carecen de leyes y relaciones deductivas entre sus enunciados porque apelan a las interpretaciones teóricas de las ciencias de la vida, las cuales trabajan con el componente histórico, a veces implícitamente, a veces explícitamente. Las teorías evolutivas, claramente, hacen explícito el componente histórico.

El análisis comparativo entre el modelo teleológico y el modelo N-D de Hempel concluye con resultados similares. De la misma forma que el modelo mecanicista, el teleológico pretende construir explicaciones satisfactorias sin la inclusión de leyes y relaciones deductivas. Las explicaciones teleológicas son construidas en términos de finalidades.

Woodfield afirma que “Las explicaciones de fines son ampliamente utilizadas en psicología,

---

<sup>11</sup> Una conclusión subsiguiente es que hay más en las ciencias sociales que sólo fenómenos físicos y biológicos. Esto es sólo relevante para los estudios que pretendan incluir el análisis de las explicaciones de fenómenos humanos dentro de un marco suficientemente amplio, que pudiera ser planteado por una teoría muy general de la explicación. En este trabajo no se contemplaron las explicaciones de esta área de la ciencia porque incrementaría considerablemente la extensión del mismo.

etología, e Inteligencia Artificial; las explicaciones de funciones naturales figuran en la biología; las explicaciones de funciones sociales ocurren en antropología, sociología y socio-biología.” (Woodfield, 2000: 492). Por ejemplo, se construyen explicaciones de las proteínas que se pueden encontrar en un organismo en relación con la función que cada una de ellas tiene. Así, existen las proteínas enzimáticas, hormonales, transportadoras, defensivas, etc. Las herramientas teóricas que estudian las entidades biológicas bajo el esquema de las funciones que cumplen son el prototipo a partir del cual el modelo teleológico se construye. Sólo el modelo teleológico puede tratar con estas particularidades de las interpretaciones teóricas de la biología, porque sólo éste relaciona el fenómeno a explicar con una función determinada para una clase de entidades biológicas. Según los estudios biológicos, hablar en términos de cuál es la función que desempeñan las entidades biológicas permite describirlas y clasificarlas. Todo esto conforma un contexto particular en el que sólo las explicaciones teleológicas tienen sentido.

Bajo el análisis realizado hasta ahora, según la perspectiva hempeliana, las explicaciones mecanicistas y teleológicas sólo serían científicas si las interpretaciones teóricas a las que apelan pudieran considerarse de alguna manera, similares a las leyes; concretamente y para partir de un caso específico ¿puede considerarse la interpretación teórica del fenómeno de la síntesis de proteínas como un tipo de ley? En lo que sigue examinaré una posible respuesta a esta pregunta.

## Leyes en las ciencias

Hempel plantea que existen leyes y enunciados legaliformes (Hempel y Oppenheim, 1948: 23)<sup>12</sup>. Hempel y Oppenheim definen el término ley de la siguiente manera: Una ley es un enunciado legaliforme verdadero. Ellos dicen: “El concepto de ley será construido aquí para ser aplicado sobre afirmaciones verdaderas solamente.” (Hempel y Oppenheim, 1948: 23). Esta verdad de las afirmaciones contenidas en las leyes debe ser universal, es decir, su verdad no debe encontrarse relativizada a un tiempo  $t$ , a un contexto  $c$ , a una evidencia  $e$ , etc. Ellos afirman que:

El procedimiento alternativo aparentemente verosímil de requerir una alta confirmación en lugar de la verdad de una ley parece ser inadecuada: Esto llevaría a un concepto relativizado de ley, lo cual sería expresado por la frase ‘el enunciado S es una ley relativa a la evidencia E’. Esto no concuerda con el significado habitualmente asignado al concepto de ley en la ciencia y en la investigación metodológica. (Hempel y Oppenheim, 1948: 23).

Sin embargo, sobre lo que ponen especial atención estos autores a la hora de definir el concepto de ley, es en las condiciones formales, expresadas en un criterio normativo, que un enunciado debe satisfacer para ser considerado como legaliforme (Hempel y Oppenheim, 1948: 23). De tal manera que un primer examen de una propuesta de ley versaría sobre el estudio de las características del enunciado sin considerar, en un principio, si su afirmación es verdadera o no.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Este término es retomado de Goodman (1947: 125).

<sup>13</sup> La verificación o confirmación de una ley tiene que ver con la contrastación empírica, es decir, los procedimientos experimentales por medio de los cuales justificamos la verdad de un enunciado legaliforme. Hempel y Oppenheim se encargan solamente de postular las condiciones formales que los enunciados deben satisfacer para ser considerados hipótesis válidas susceptibles de ser contrastados empíricamente. Las condiciones empíricas que se deben satisfacer para aceptar la verdad de un enunciado legaliforme es otra cuestión de la que no se preocupan estos autores. Hago énfasis en esto porque en el examen que realizo en lo concerniente a la polémica acerca de si la biología postula leyes en su área no-molecular, versa únicamente con el aspecto formal de los enunciados. Mostraré que los enunciados de las interpretaciones teóricas de la biología no satisfacen las condiciones formales postuladas para los enunciados legaliformes y en ese sentido, no sustentan explicaciones de tipo N-D. La cuestión acerca del método de confirmación o verificación de la

Según Hempel y Oppeneheim (1948), todas las ciencias postulan leyes que, como enunciados, en un primer momento satisfacen su criterio formal, y después son promovidas al grado de ley cuando la verdad de sus proposiciones es confirmada. De acuerdo con ellos, lo único que varía entre las leyes de la física clásica y las generalizaciones de otras áreas científicas es que las segundas no son fundamentales, es decir, son leyes derivadas de leyes fundamentales de la física.

Como ha sido mostrado anteriormente, un fenómeno puede ser explicado por conjuntos de leyes de diferentes grados de generalidad. Los cambios de posición de un planeta, por ejemplo, pueden ser explicados por subsunción bajo las leyes de Kepler, o por su derivación de una ley más comprensiva como la de la gravitación universal, en combinación con las leyes de la mecánica, o finalmente por deducción de la teoría general de la relatividad. (Hempel y Oppenheim, 1948: 18).

Así, las leyes de Kepler son menos generales que las de la mecánica y la gravitación universal, y éstas a su vez, son menos generales que las de la teoría general de la relatividad. Las leyes de otras ciencias tendrían, similarmente, un grado de generalidad menor. Esto es lo que criticarán autores como Mayr, Salmon y Cartwright. Según estos autores, no es cierto que lo único que varía es el grado de generalidad. Ellos afirman que algunas de las generalizaciones de ciencias fuera del área de la física clásica, no son leyes de ningún tipo, porque ni son fundamentales ni se deducen de las leyes fundamentales de la física. Tampoco pueden considerarse como enunciados legaliformes porque no cumplen las condiciones formales establecidas, a saber, no son expresados en términos universales ni condicionales y su verdad siempre es relativa en muchos sentidos.

---

verdad de las generalizaciones de la biología es otra cuestión que no se analizará aquí. Sin embargo, Mayr (2004) y Mitchell (2000) afirman, sobre esto último, que las generalizaciones de la biología tienen muchas excepciones.

Bajo la visión hempeliana, en un caso concreto, los enunciados de la interpretación teórica del fenómeno de la síntesis de proteínas, tendrían que satisfacer, sin importar si son verdaderas o no en un primer momento, las condiciones formales estipuladas para los enunciados legaliformes. Esto es lo que se examinará a continuación porque si resultara que los enunciados teóricos que describen este fenómeno son legaliformes, entonces, en efecto, podrían sustentar explicaciones N-D y las explicaciones de fenómenos biológicos serían científicas desde el criterio hempeliano. Las principales condiciones que debe satisfacer todo enunciado legaliforme, según Hempel, son: (1) tener un cuantificador universal, (2) adoptar la forma condicional y (3) su afirmación de verdad no debe ser relativa en ningún sentido, ni hacer referencia a una clase específica de objetos, i. e. debe ser universal. (Hempel y Oppenheim, 1948: 23)

Primero que todo, los enunciados legaliformes son afirmaciones de forma universal, tales como ‘Todos los huevos de petirrojos son verdeazulados’, ‘Todos los metales con conductores de electricidad’... Tal y como muestran estos ejemplos, un enunciado legaliforme usualmente no sólo es de forma universal sino también de forma condicional. (Hempel y Oppenheim, 1948: 23)

Por ejemplo, según Hempel, el enunciado ‘Todas las manzanas en la canasta c en el tiempo t son rojas’ no es ni una ley ni un enunciado legaliforme (Hempel y Oppenheim, 1948: 23). Cualquier afirmación acerca de las manzanas se encuentra limitada a los objetos de la canasta C. Además, esta limitación es marcada por un rango de tiempo t. Por lo que el enunciado, aunque cumple los requerimientos formales de expresión universal y condicional, es contingente en todo sentido, por lo que carece de validez científica según estos dos autores (Hempel y Oppenheim, 1948: 23). Se vuelve muy importante para nuestro estudio tener presente el problema de los enunciados legaliformes, ya que para Hempel, toda explicación científica debe contener algunos de estos que sean verdaderos.

Los enunciados de la interpretación teórica del fenómeno de la síntesis de proteínas no satisfacen ninguna de las condiciones formales establecidas por Hempel para ser considerados legaliformes, ni mucho menos leyes. No adoptan la forma universal ni condicional, además, su afirmación de verdad se ve limitada en diversos aspectos. Esto último es común en los estudios de fenómenos biológicos. Dos ejemplos en los que la afirmación de verdad de los enunciados de las generalidades biológicas se ve limitada son: (1) todas las propiedades que pudieran afirmarse en un estudio acerca de un fenómeno biológico, por ejemplo el de la síntesis de proteínas, son expresadas en relación al tiempo  $t$  que marca la etapa en la que se encuentra el desarrollo evolutivo de la especie en cuestión; (2) todas las afirmaciones de las generalidades de la biología son relativas a una especie en concreto. Lo que se pueda afirmar del fenómeno de la síntesis de proteínas es, no trivialmente, diferente en menor o mayor grado, dependiendo de la especie, o incluso del individuo de una especie. Debido a esto, Mayr remarca el menor uso del término ‘ley’ en los escritos biológicos:

Hoy en día, la palabra ley se usa con moderación, sobre todo en los escritos sobre la evolución. Las generalizaciones en la biología moderna tienden a ser estadísticas y probabilísticas y frecuentemente, tienen numerosas excepciones. Además, las generalizaciones biológicas tienden a ser aplicadas a dominios geográficamente restringidos, sino es que de otra índole. Uno puede generalizar del estudio de aves, bosques tropicales, plancton de agua dulce, o el sistema nervioso central, pero estas generalizaciones tienen una aplicación tan limitada que el uso de la palabra ley, en el sentido de las leyes de la física, es cuestionable. (Mayr, 1982: 19)

Según Mayr, las generalizaciones de la biología se distinguen de las leyes porque la verdad de sus afirmaciones tiene dominios restringidos, es decir, no son universales. Además, sus enunciados no son legaliformes. Sobre este aspecto Salmon está de acuerdo y afirma que

las generalizaciones con dominios restringidos no pueden considerarse leyes incluso si sus enunciados satisfacen el criterio legaliforme. Él dice:

Las leyes de Newton sobre la gravitación universal y el movimiento se aplican a todos los cuerpos en el universo, y su alcance no está restringido de ninguna manera. Éstas son el paradigma de las afirmaciones legaliformes. Sin embargo, una afirmación aparentemente universal como ‘Toda la cerámica apache es hecha por mujeres’, no calificaría como legaliforme porque su alcance es restringido. (Salmon, 1990: 13).

De acuerdo con esto, la razón por la que los enunciados teóricos que describen el fenómeno de la síntesis de proteínas no pueden ser considerados leyes, es porque la verdad de estos se encontraría relativizado en varios sentidos. De acuerdo con Salmon, la biología no afirma enunciados como ‘Todo proceso de síntesis de proteínas se realiza de la misma forma, con las mismas propiedades para todos los organismos, en todos los tiempos’.

Si toda explicación científica debiera cumplir con el criterio de la noción Hempeliana y satisfacer siempre el requerimiento de apelar a leyes en el sentido presentado, pocas explicaciones de los fenómenos de la naturaleza serían científicas. Básicamente, sólo las explicaciones de los fenómenos de la física clásica, y por tanto, muchas explicaciones de fenómenos biológicos y de otras áreas serían pseudoexplicaciones. Para evitar esto, Cartwright critica tanto la noción de explicación como la de ley en la tradición Hempeliana, y afirma que no debe considerarse que sólo las explicaciones que apelen a leyes son científicas. Ella dice “La explicación debe depender de otra cosa que una ley.”(Cartwright, 1980: 876). De Regt hace caso a esta sugerencia de Cartwright y dice que las explicaciones científicas no son sólo aquellas que apelan a leyes, también son científicas aquellas que

apelan a teorías científicas. Así, para este autor, las explicaciones mecanicistas y teleológicas, también son científicas porque apelan a teorías científicas.

Sin embargo, no toda la biología carece de leyes en el sentido hempeliano. En la biología molecular, debido a que la clase de fenómenos que se estudian se limita a aquellos que pueden ser planteados en términos físicos y químicos, las explicaciones científicas para fenómenos de esta área satisfacen el modelo N-D. La ósmosis es un caso ejemplar de esto. La ósmosis es un fenómeno físico que tiene aplicación en la biología. Tiene que ver con las células de un organismo y trata acerca de la permeabilidad del protoplasma. De manera general, la ósmosis es el estudio del paso de soluciones hacia el interior y al exterior de la célula (Nason, 1965). El movimiento del paso del agua hacia fuera y hacia dentro es descrito en razón de la semipermeabilidad de la membrana celular. Este fenómeno se puede explicar por la presión osmótica. Esta depende de la concentración de materiales en suspensión, por lo que, mientras más grande la concentración mayor la presión osmótica. Las soluciones tienen un potencial para producir bajo ciertas condiciones un empuje máximo de moléculas las cuales pueden balancearse por la presión opuesta. La presión osmótica puede expresarse ya sea en términos de unidades de presión (kilogramos por centímetros cuadrados) o por valores correlacionados como el número de atmósferas. Las variantes de la presión osmótica en general pueden explicarse, en términos físico-químicos, en virtud de las diferencias de temperatura, densidad, etc. (Nason, 1965). Así, las explicaciones de este fenómeno satisfacen el modelo N-D.

Para concluir esta sección cabe señalar que Hempel no sólo postuló una definición de la explicación, sino también inauguró una metodología para construirla, la cual, siguieron

otros autores como Machamer y Salmon. El modelo deductivo fue construido con base en casos: explicaciones hechas para fenómenos de la física (Hempel y Oppenheim, 1948: 13). Hempel dice que las características de su modelo se toman de la observación de estos casos. La construcción del modelo mecanicista de Machamer, Darden y Craver procede de la misma manera. Se observan casos de explicaciones de fenómenos de la biología (mecanicistas y teleológicas). A partir de la observación de estos casos se toman las características definitorias del modelo. Si comparamos el modelo deductivo de Hempel con el mecanicista de Machamer et al., podemos observar conjuntos de condiciones diferentes. Hempel abstrae dos características de la física: las leyes y las relaciones deductivas entre éstas, las cuales postula como requisitos formales. Machamer et al., abstraen de las explicaciones de fenómenos biológicos ninguna de estas características observadas por Hempel en las explicaciones de los fenómenos físicos. El hecho de que estas dos clases de explicaciones sean diferentes parece indicar que no toda explicación científica sigue los mismos principios establecidos por Hempel.

## **Conclusiones**

En la búsqueda de una noción de la explicación científica que logre conjugar los distintos criterios presentes en los diferentes modelos que podemos encontrar en la literatura, se topa uno de frente con la dificultad de tratar de identificar similitudes en modelos cuyos requerimientos son diferentes. Hasta ahora hemos visto que no es muy acertada la afirmación de Hempel de que las condiciones de su modelo pueden ser satisfechas por las explicaciones para fenómenos fuera del área de la física, porque como dice Newton-Smith “Muy pocas explicaciones encontradas realmente en la vida diaria o en la ciencia tienen esta forma precisa.” (Newton-Smith, 2000: 127). La justificación de la construcción de

modelos que no apelan a leyes se basa precisamente en la necesidad de dar cuenta de explicaciones concretas de fenómenos fuera del área de la física. No son pocos los modelos alternativos que existen, lo cual demanda atención y un análisis cuidadoso.

Varias conclusiones se pueden sacar de esta tendencia actual. Los modelos de explicación alternativos responden a necesidades específicas que surgen cuando el modelo hempeliano es incapaz de dar cuenta de ciertos tipos de explicación que se consideran que son científicas. En concreto, las alternativas pretenden dar cuenta de explicaciones que no proceden de manera nomológico-deductiva. Esto no implica renunciar al ideal hempeliano de la explicación, sólo aceptar que su dominio de aplicación es limitado. No podemos evaluar todas las explicaciones con el modelo de Hempel, porque muy pocas resultarían científicas. Tampoco podemos hacerlo con alguno de los otros modelos.

Parecería que se conforman clases distintas de explicaciones de los fenómenos: las físicas y las biológicas, hasta ahora. Hemos visto que las explicaciones de fenómenos de la biología no pueden ser construidas a la manera de la noción hempeliana; no todas por lo menos. El siguiente paso en el análisis es preguntarse si todas las explicaciones de los fenómenos de toda la física satisfacen el criterio del modelo N-D. Esto es algo que se vuelve pertinente examinar dado que Hempel mismo estableció que su modelo era construido sobre la observación de explicaciones de fenómenos físicos. De resultar esto último cierto, podría establecerse que la definición hempeliana es una definición de la explicación física. Sin embargo, de acuerdo con Salmon y Railton, en las ciencias físicas, no es cierto que exista una concepción única de lo qué es una explicación; existen por lo menos dos: la explicación N-D y la explicación estadística o probabilística. Este es el tema del siguiente capítulo.

## Capítulo II. La explicación en la física

En el análisis realizado en su texto de 1990, Salmon pretende delinear el desarrollo histórico de la teoría de la explicación y analizar los modelos de explicación existentes hasta la fecha de publicación de su libro. Una de las conclusiones a las que llega es que existen dos concepciones predominantes de la explicación, a saber: el unificacionismo, siguiendo la línea Hempel, Friedman, Kitcher, que supone que las explicaciones científicas siguen los mismos principios de la noción N-D de la explicación; y la causal/mecánica en la línea de Humphreys, Railton y él mismo, que supone que las explicaciones estadísticas no siguen los mismos principios del modelo N-D. (Salmon, 1990: 183).<sup>14</sup>

Si el estudio que hace Salmon es acertado, y existen dos criterios postulados por las dos maneras mencionadas de concebir la explicación, entonces no es cierto que todas las explicaciones de la física satisfagan el criterio del modelo N-D. Sin embargo, esto es algo que el mismo Hempel había afirmado antes que Salmon. Hempel construyó el modelo Estadístico-Inductivo de la explicación postulando un criterio tomado de la observación de casos de explicaciones probabilísticas, acerca de las cuales afirmaba que, aunque no satisfacían los requerimientos del modelo N-D, seguían los mismos principios de éste. Los principios que definen la noción N-D de la explicación, según Hempel, son: el uso de leyes y la forma argumental de los enunciados de la explicación. De acuerdo con lo dictado para el modelo E-I las explicaciones probabilísticas apelan también a leyes, pero estas leyes son

---

<sup>14</sup> Es necesario recalcar, como Salmon mismo afirma, que estas dos aproximaciones consideran solamente las explicaciones para fenómenos en el ámbito de la física. Él dice que: “Ciertas áreas extensas han sido virtualmente intocadas. He desatendido, deliberadamente, tales temas como la explicación en biología, en psicología, en historia, y la explicación de la acción humana, principalmente porque no estoy bien informado acerca del tema de estudio.” (Salmon, 1990: 180).

de orden probabilístico, además, los enunciados en este tipo de explicaciones se relacionan inductivamente, es decir, conforman un argumento inductivo. Este último punto es el único del cual Salmon y Railton se distancian. Afirman que las explicaciones estadísticas no satisfacen el criterio inductivo de Hempel, pero también establecen que no por esto dejan de ser científicas. Por eso crean su modelo estadístico no-inductivo que denominan causal/mecánico. En síntesis, según Railton y Salmon, los enunciados de las explicaciones probabilísticas no se relacionan inductivamente; mucho menos deductivamente.<sup>15</sup> De ser esto cierto nos veríamos en la dificultad de aceptar, o que las explicaciones probabilísticas no son científicas, según la visión hempeliana, o que las explicaciones de fenómenos de la física son, mínimo, de dos clases distintas y por ende es necesario construir más de un modelo para evaluarlas. Esto se verá más adelante.

En la primera sección muestro que las explicaciones probabilísticas no satisfacen el criterio del modelo inductivo de Hempel, y que por esto, para evitar considerarlas como pseudocientíficas, Salmon y Railton construyen su modelo no-inductivo. También mostraré que aunque las explicaciones de fenómenos cuánticos no son científicas desde el punto de vista hempeliano, sí lo son desde el punto de vista de Salmon y Railton. En la segunda sección pretendo mostrar qué explicaciones satisfacen por entero, y sin lugar a dudas, el criterio del modelo N-D de Hempel. También pretendo sugerir que las explicaciones que satisfacen el criterio del modelo N-D satisfacen también el criterio de De Regt sin modificar un ápice los requerimientos de Hempel, porque apelan a teorías científicas. Esto

---

<sup>15</sup> En cierto sentido sería innecesario mostrar esto desde el análisis del modelo de Railton y Salmon, Hempel mismo suponía esto cuando construyó dos modelos de explicación. Dos modelos implica dos criterios distintos, esto implica la negación de la existencia de un criterio único estándar para evaluar todas las explicaciones científicas. Sin embargo, como Hempel afirmó que las explicaciones N-D y las estadísticas compartían los mismos principios, parece necesario mostrar un modelo cuyos autores nieguen esta última afirmación para hacer más fuerte el argumento.

último implicaría que la propuesta de De Regt no niega el criterio de Hempel, ni pretende afirmar que debemos renunciar a él, tan sólo que debemos reconocer el tipo de explicaciones para las que es pertinente acudir a él. Lo mismo sucede con otros tipos de explicación.

### **El requisito de alta probabilidad**

Salmon, Railton y Hempel están de acuerdo en que las explicaciones probabilísticas apelan a leyes. En este sentido, satisfacen uno de los principios fundamentales de los modelos hempelianos de la explicación. En este terreno la discusión no gira en torno a esto. Consideran que los enunciados de las generalidades postuladas por las teorías probabilísticas sí cumplen los requerimientos establecidos por Hempel para ser considerados legaliformes. Por lo que las explicaciones de los fenómenos físicos, en efecto, comparten el hecho de que utilizan leyes. El verdadero problema en este campo tiene que ver con el tipo de relación que se da entre los enunciados de la explicación.

Para Hempel un conjunto de enunciados es una explicación cuando, además de otras condiciones, satisfacen el criterio que permite considerarlos argumentos. Podemos ver que para Hempel las explicaciones N-D deben ser argumentos cuando dice que “Así construida, la explicación en cuestión es un argumento deductivo” (Hempel, 1962a: 100). Las explicaciones probabilísticas, según Hempel, también deben ser argumentos pero de carácter inductivo. Él dice:

Por tanto, la explicación probabilística... es nomológica en que presupone leyes generales; pero porque estas leyes son de forma estadística más que de forma universal estrictamente, los argumentos explicativos resultantes son inductivos más que deductivos en carácter. (Hempel, 1962b: 689).

La diferencia específica de las explicaciones probabilísticas es que su carácter inductivo impide concluir que el explanandum sea una consecuencia lógica del explanans. En las explicaciones deductivas el explanandum es necesariamente verdadero dado un explanans verdadero, lo que da la impresión de que el fenómeno a explicar tenía que darse, necesariamente, dado el explanans. Esto cambia en las explicaciones probabilísticas y por eso Hempel dice que tienen forma de argumento inductivo. Éstas dan la impresión de que es muy probable, pero no seguro, que el explanandum se dé dado un explanans. La posibilidad de que se dé el explanandum dado un explanans se marca con un valor probabilístico, y por eso el explanandum admite grados:

el explanans puede conferir sobre el explanandum más o menos un grado de fundamento inductivo; en este sentido, las explicaciones probabilísticas admiten grados, cuando por el otro lado la explicación nomológico-deductiva aparece como un asunto sí-o-no: un conjunto dado de leyes universales y afirmaciones particulares, o implica, o no implica una afirmación dada en el explanandum. (Hempel, 1962b: 690)

El punto central de la discusión es el siguiente. Para Hempel, el requisito que un conjunto de enunciados debe satisfacer para considerarse que conforma un argumento inductivo, y por ende una explicación científica, es que el valor probabilístico asociado al explanandum debe ser muy alto. Dice este autor:

La idea de que una afirmación o un conjunto de afirmaciones e (la evidencia) debe proveer fundamentos sólidos para expresar una cierta afirmación h (la hipótesis); o, que e debe prestar un fuerte apoyo a h; o, que debe hacer h casi segura, es por supuesto, el concepto central de la teoría de las inferencias inductivas. (Hempel, 1962a:136).

De esta manera expresa Hempel el requerimiento de alta probabilidad. En este sentido, la función de los enunciados de un explanans, según el modelo E-I, es aumentar el grado de

probabilidad del explanandum. Si los enunciados no logran darle un valor alto al explanandum, entonces no pueden conformar un argumento inductivo y por tanto no conforman una explicación científica. La pregunta es ¿cómo determinar qué valor numérico es un valor probabilísticamente alto, 0.9, 0.8 ó 0.6 quizás? Sobre esto dice Salmon que “Igual que Hempel, considero que una explicación es una entidad lingüística, a saber, un conjunto de afirmaciones; pero a diferencia de él, no considero que sea un argumento.” (Salmon, 1971: 75).

Salmon no considera que esta condición hempeliana de la inducción pueda postularse como una regla de aceptación porque sería muy difícil determinar cuál valor probabilístico debiera considerarse como alto. Además, incluso si fuera alto en un momento dado, siempre sería probable que disminuyera, poco o mucho, en otro momento dado, con la introducción de nueva evidencia. El fundamento de su crítica se encuentra en el análisis que Carnap (1950) hace acerca de los argumentos inductivos. Salmon nos dice que

La pregunta acerca de si las explicaciones deberían ser consideradas como argumentos es, yo creo, cercana a la pregunta, planteada por Carnap, acerca de si debe considerarse que la lógica inductiva debería contener reglas de aceptación. (Salmon, 1971: 75).

Una regla de aceptación en la lógica inductiva adoptaría la forma de la condición que estipula Hempel; por ejemplo: ‘Sólo podemos considerar que un conjunto de enunciados es un argumento inductivo cuando el valor probabilístico de la conclusión inductiva sea mayor a 0.9.’ ¿Cómo sostener y justificar que 0.9 es el valor alto apropiado para evaluar los argumentos inductivos? Esto representa un problema fuerte y por eso Carnap duda acerca

de la existencia de un método racional para postular reglas de aceptación para la lógica inductiva. Salmon sobre esto dice que:

Fue una muy profunda reflexión por parte de Carnap el darse cuenta de que la lógica inductiva puede, en gran medida, prescindir enteramente de reglas de aceptación y de inferencia inductiva en el sentido ordinario. En su lugar, la lógica inductiva adjunta números a hipótesis, y estos números son usados para tomar decisiones prácticas... No hay regla alguna que le diga a alguien cuándo aceptar una hipótesis o cuando rechazarla; en su lugar, hay una regla de comportamiento práctico que prescribe que podemos actuar de acuerdo al objetivo de maximizar nuestra expectativa de utilidad. Por lo tanto, la lógica inductiva no se preocupa de los argumentos inductivos (pensados estos como entidades compuestas de premisas y conclusiones). (Salmon, 1971: 76).

El razonamiento de Salmon siguiendo la reflexión de Carnap es que, si pensamos que la lógica inductiva debe contener reglas de aceptación, entonces tendríamos que postular, justificadamente, valores probabilísticos exactos asociados a las conclusiones inductivas, como condiciones a satisfacer por los argumentos inductivos. Según Salmon, es más conveniente ver la lógica inductiva como una herramienta de decisión práctica y dejar de lado la noción de argumento inductivo. En virtud de esta idea, propone un modelo alternativo que denomina modelo de Relevancia Estadística.

Si uno toma seriamente la noción de que la relevancia estadística es el concepto clave más que el de la alta probabilidad en la explicación estadística, uno naturalmente se pregunta cuál es el papel que los argumentos inductivos tienen en la explicación estadística de hechos particulares. La respuesta simple y bastante obvia es 'Ninguna'. (Salmon, 1990: 62).

En su modelo de R-E, Salmon afirma que las explicaciones probabilísticas son científicas cuando nos muestran que el valor probabilístico de un resultado (el explanandum) se ve modificado, no importando que aumente o disminuya, dado un explanans. Dice este autor "La explicación de un hecho particular es un ensamblaje de hechos estadísticamente relevantes para el hecho a ser explicado sin importar el grado de probabilidad que resulte." (Salmon, 1990:67). En este sentido, sólo si el explanans modifica la probabilidad del

explanandum, el explanans en cuestión es pertinente para el fenómeno a explicar, y entonces la explicación probabilística es científica. El propósito de la explicación probabilística es mostrarnos que existe una relación entre el explanans y el explanandum. Salmon afirma en estudios posteriores (1990) sobre la explicación probabilística que la relevancia estadística (un explanans que modifica el valor probabilístico del explanandum) sugiere la existencia de una relación causal entre las condiciones expresadas en el explanans y el hecho expresado en el explanandum. Por esto último la explicación probabilística puede ser considerada como científica: nos da pistas acerca de los hechos, representados por el explanans, que de alguna manera tienen algo que ver con el fenómeno a explicar. Esto queda más claro con un ejemplo.<sup>16</sup>

Considérese el caso de John Jones que se curó rápidamente de una infección de estreptococo. La probabilidad inicial de la clase de todos los sujetos que se curaron rápidamente de esta infección, a la que pertenece J. J., es baja. Esta probabilidad previa tiene el propósito de establecer un valor inicial a partir del cual evaluar experimentalmente la influencia que sobre éste tienen ciertos hechos. La influencia se puede observar cuando el valor inicial se ve modificado. Esta clase general sin embargo no es homogénea. Se puede dividir, en un primer momento, en dos subclases: los sujetos que tomaron penicilina y los que no. John Jones pertenece a la clase de los sujetos que se trataron con penicilina. Para esta clase, la probabilidad de curarse rápidamente dado el hecho de tratarse con penicilina es alta en relación con la probabilidad inicial y, alta también en relación con la probabilidad de la clase de los sujetos que no tomaron nada. Esto sugiere que de alguna manera, ya sea que supiéramos bien o no muy bien porqué, la penicilina tiene una relación

---

<sup>16</sup> El ejemplo es retomado del mismo Salmon (1990: 63).

con el hecho de que un sujeto se cure rápidamente de una infección de estreptococo.

Salmon dice que:

donde la alta probabilidad implica sólo un valor probabilístico, la relevancia estadística implica una comparación entre dos valores probabilísticos. Al construir una explicación basada en la relevancia estadística necesitamos comparar una probabilidad posterior con una probabilidad anterior. (Salmon, 1990: 63).

En este ejemplo se puede notar que el aspecto importante del modelo de R-E es la comparación entre valores probabilísticos: el inicial o anterior y el que se ve modificado dada cierta información. Las explicaciones probabilísticas apelan a estudios estadísticos que conforman una teoría; su valor científico proviene de que permiten discernir qué hechos son pertinentes para explicar un fenómeno dado de los que no. Los hechos relevantes son aquellos que modifican los valores probabilísticos iniciales. Por ejemplo, si introdujéramos, en el caso anterior, la probabilidad de la clase de los sujetos cuyo signo zodiacal es virgo, observaríamos que en nada modifica, estadísticamente hablando, la probabilidad del resultado. Esto indica que el signo zodiacal es irrelevante para la infección de estreptococo. Por tanto, una explicación que apelara a información referente a los signos zodiacales no sería científica. Fetzer afirma que Railton se suma a la postura de Salmon:

La concepción de las explicaciones como argumentos indica uno de las preguntas cruciales que divide modelos alternativos de explicación. Así, el *modelo deductivo-nomológico-probabilístico* de la explicación en los textos de Peter Railton (1978, 1981), es intrigante porque afirma la concepción de las explicaciones como argumentos en el caso de explicaciones *deductivas* que apelan a leyes universales ('deterministas', 'invariables'), mientras que la niega en el caso de explicaciones *probabilísticas* que apelan a leyes probabilísticas ('indeterministas', 'estadísticas'). Railton por lo tanto, abandona la concepción de las explicaciones como argumentos en el caso probabilístico, pero lo retiene en el caso deductivo. (Fetzer, 1992: 248)

Según Fetzer, Railton deja de lado la idea de que las explicaciones probabilísticas sean argumentos inductivos. Railton construye un modelo alternativo de la explicación, en el

mismo sentido que Salmon, sobre la crítica que hace a la forma argumental inductiva postulada por Hempel. Railton dice que:

las dos características más problemáticas de los argumentos E-I como modelos de la explicación estadística—el requerimiento de alta probabilidad y la relativización explícita a nuestra actual situación epistémica—derivan del carácter inductivo de tales inferencias, no de la explicación estadística en sí. (Railton, 1978:123).

Este autor afirma que el modelo de explicación estadístico debe dejar de lado la forma argumental inductiva. La pregunta que surge en este punto es ¿por qué Salmon y Railton sostienen que las explicaciones probabilísticas no satisfacen el criterio inductivo? Una respuesta a esto podría ser que estos dos autores exploraron particularmente las explicaciones de los fenómenos de la física cuántica. La física cuántica parece imponer ciertos límites a las descripciones científicas que sobre ellos puedan hacerse. La probabilidad que se asocia a ciertos resultados en esta área científica es baja, por lo que no satisfacen el criterio hempeliano de alta probabilidad de la explicación E-I. El problema que los fenómenos de la mecánica cuántica plantean para las teorías de la explicación se puede sintetizar con el estudio que hace Rollerli sobre estas cuestiones.

Desde el inicio de sus trabajos sobre el tema, Salmon se ocupó de ofrecer una noción de explicación estadística adecuada para sucesos y procesos físicos que, de acuerdo con las teorías científicas disponibles, no están gobernados por leyes de forma universal, sino por leyes de forma probabilista. En sus investigaciones, Salmon parte, principalmente, del rechazo del requisito de alta probabilidad del modelo estadístico-inductivo de Hempel. Ese principio estipula que un suceso tiene que ser altamente probable para que pueda ser explicado, con la consecuencia obvia de que los sucesos cuya probabilidad de acontecer es media o baja quedan del todo inexplicables. Como se sabe, los sucesos con probabilidades medias o bajas abundan en el mundo cuántico, por ello, la mecánica cuántica cobra un interés especial en los escritos de Salmon. (Rollerli, 2007: 4)

En efecto, parece que las explicaciones de los fenómenos de la física cuántica difícilmente pueden satisfacer los criterios de los modelos hempelianos, porque los valores

probabilísticos de éstas varían mucho y tienden a ser bajos. El problema es que algunos de los fenómenos cuánticos generalmente se describen con valores probabilísticos de 0.5. Lo cual no puede considerarse, desde el punto de vista de Hempel, como un valor probabilístico alto. En este sentido, según Salmon y Railton, estas explicaciones no pueden evaluarse bajo la condición de la forma argumental inductiva. Se podría pensar que la condición de alta probabilidad es demasiado exigente para calificar las explicaciones probabilísticas de fenómenos indeterministas (fenómenos azarosos; fenómenos que suceden aparentemente sin causas). Railton dice que “Sin embargo, los fenómenos indeterministas son una cuestión diferente, y los recuentos explicativos de ellos deben ser diferentes también.” (Railton, 1978: 127).

Los valores probabilísticos señalados en los estudios estadísticos de las teorías de la física cuántica, es lo que hace particular la teoría de la explicación en el contexto conformado por las explicaciones de fenómenos de esta área científica, y lo que a su vez repercute en la forma en que se construyen los modelos explicativos para ellas. La probabilidad media o baja se utiliza sobre todo en lo tocante a la mecánica ondulatoria y la desintegración radioactiva de partículas inestables. Por ejemplo, para explicar la desintegración radioactiva del plomo 210, las teorías científicas se basan en estudios estadísticos que muestran la vida media de las partículas inestables. De tal manera que, en este caso concreto, la explicación del decaimiento de un nivel de energía se explica en términos probabilísticos apelando a los estudios de las teorías que describen este fenómeno. Es decir, si queremos explicar porqué en un momento dado, observado ya, el plomo 210 sufrió una desintegración alfa con lo que se produjo una partícula de mercurio 206, en lugar de sufrir una desintegración beta y producirse una partícula de bismuto 210, la explicación adoptará un valor probabilístico en

virtud de los estudios estadísticos que determinaron la vida media de la partícula de plomo 210 (Wichmann, 1971). El problema es que normalmente los resultados de estos estudios darán valores cercanos a .05. Para Hempel, estos valores expresados dentro de una explicación evitarían considerarla científica. Para Salmon y Railton, esto no es así.

La cuestión de las leyes no es un problema para las explicaciones probabilísticas y en ese sentido, ciertamente todas las explicaciones de la física cumplen este requerimiento hempeliano. Pero por otro lado, la forma argumental inductiva es la condición que no puede ser satisfecha, según Railton y Salmon, por este tipo de explicaciones. En síntesis, la historia del modelo estadístico de la explicación en sus distintas expresiones, conforma un desarrollo en el que el modelo presentado por Hempel, se transformó, según la línea Salmon-Railton, en el modelo causal/mecánico, principalmente enfocado en explicar fenómenos de la física cuántica. La diferencia que existe entre estos dos modelos probabilísticos de la explicación es que uno postula una condición que determina cuándo un conjunto de enunciados conforma un argumento inductivo y, por tanto, una explicación científica de tipo probabilístico; y el otro se basa en la crítica a las reglas de aceptación en la lógica inductiva. No todas las explicaciones de los fenómenos indeterministas de la física satisfacen el modelo estadístico de Hempel, mucho menos el modelo N-D. Por lo que no se puede decir que la explicación hempeliana sea el modelo estándar para evaluar todas las explicaciones de los fenómenos de la física.

Dentro del contexto de la física, los modelos alternativos concebidos para englobar las explicaciones de fenómenos indeterministas difícilmente cumplen los criterios hempelianos. En el capítulo anterior se propuso la posibilidad de que la definición hempeliana fuera la

definición de las explicaciones físicas. Pero los criterios hempelianos, tal como fueron postulados inicialmente, no dan cuenta adecuadamente de todos los tipos de explicación para los fenómenos de la física. Parece entonces que también existe una heterogeneidad en los tipos de explicación de fenómenos de la física, similarmente a como sucede con las ciencias de la vida. Las explicaciones de los fenómenos de la física no satisfacen un modelo único estándar. La búsqueda por una noción general de la explicación científica también está presente en las ciencias físicas, porque si aceptáramos que sólo las explicaciones que satisfacen el modelo de Hempel, ya sea el N-D o el E-I, son explicaciones científicas, entonces las explicaciones probabilísticas con valores de media o baja probabilidad no podrían ser consideradas científicas. Esto es problemático porque parece implicar que no es posible explicar científicamente los fenómenos indeterministas.

Queda pendiente una duda antes de pasar a describir la propuesta de De Regt quien postula la comprensión como la condición universal de las explicaciones científicas. ¿Cuáles son las explicaciones que satisfacen adecuadamente y sin lugar a dudas las condiciones de Hempel? Porque el hecho de que exista una multiplicidad de modelos alternativos no implica que el modelo de Hempel no da cuenta adecuadamente de cierto tipo de explicaciones, sólo restringe la generalidad de su teoría a un dominio limitado. Ese dominio son las explicaciones de fenómenos de la física clásica.

### **El contexto de la física clásica**

Salmon muestra que el modelo de Hempel no desapareció conforme las teorías de la explicación se desarrollaron, sólo fue adicionado con otras características. Su base

fundamental, sin embargo, permanece intacta en la visión unificacionista de las teorías científicas. Afirma este autor que:

La visión hempeliana, que se convirtió en la visión heredada, enfatiza la subsunción deductiva, la tesis de las leyes que cubren los fenómenos, y la expectativa nómica. Hemos registrado muchas de las vicisitudes que ha sufrido; el resultado neto, pienso, es que emerge al cierre de la cuarta década en la forma de la tesis unificacionista. (Salmon, 1990: 182).

Friedman describe la unificación como la propiedad de las teorías físicas que permite que las relacionemos unas con otras deductivamente. Esto implica la subsunción deductiva de las leyes presentes en la física en unas cuantas leyes fundamentales. Un ejemplo de esta propiedad se observa en el caso histórico de la deducción de la ley de la gravitación universal de las leyes de Newton y las de Kepler. A su vez, las leyes de Newton pueden deducirse de la teoría einsteiniana como un caso especial. En este ejemplo, la teoría einsteiniana es más fundamental porque de ella se pueden deducir, como un caso especial, las leyes de Newton. Esto implica que de la teoría einsteiniana se puede deducir consecuentemente, la ley de la gravitación universal, en razón de que esta se podía deducir de las leyes de Newton y Kepler.

Si la ley de la gravitación no se pudiera deducir de ninguna otra ley, los fenómenos explicados por ella caerían bajo la designación de ‘fenómenos independientes’. Dice Friedman:

ésta es la esencia de la explicación científica—la ciencia incrementa nuestra comprensión del mundo al reducir el número total de fenómenos independientes que tenemos que aceptar como últimos o dados. Un mundo con menos fenómenos independientes es, entre otras cosas, más comprensible que uno con más. (Friedman, 1974: 15).

Conforme logramos cubrir todos los fenómenos con unas cuantas leyes, en virtud de que las demás se deducen de éstas, reducimos el número de fenómenos independientes. A continuación expongo la demostración, tal y como se expone normalmente en la física, de cómo es que la ecuación de la ley de la gravitación se puede deducir de las leyes de Newton y Kepler (Barbol, 2004).

De la segunda ley de Newton de la mecánica clásica tenemos que  $\vec{F} = m\vec{a}$

lo que, sustituimos por la expresión de aceleración aplicada al caso en el que un cuerpo 1 atrae a un cuerpo 2 se tiene que en general:

$$\vec{F}_{12} = m[(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{u}_r + (2r\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\vec{u}_\theta]$$

Si ahora tomamos la segunda ley de Kepler y derivamos con respecto al tiempo tenemos:

$$r^2\dot{\theta} = 2r\dot{r}\dot{\theta} + r^2\ddot{\theta} = 0 \Rightarrow 2r\dot{\theta} + r\ddot{\theta} = 0$$

donde dividimos por  $r$  ya que este término nunca puede valer cero (las dos partículas estarían en el mismo punto, lo cual es imposible desde el punto de vista clásico). Vemos pues que el término de la aceleración tangencial es nulo como resultado de la segunda ley de Kepler, tenemos pues que:

$$\vec{F}_{12} = m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{u}_r$$

Para ver cuánto vale la resta  $\ddot{r} - r\dot{\theta}^2$  debemos obtener el valor de  $\ddot{r}$  (tomamos la primera

ley de Kepler y derivamos dos veces respecto al tiempo) y el valor de  $r\dot{\theta}^2 = 4c^2/r^3$

como se comprueba con la segunda ley de Kepler. Para  $\ddot{r}$  tenemos que:

$$\begin{aligned} \dot{r} &= \frac{pe \operatorname{sen}\theta \dot{\theta}}{(1 + e \cos\theta)^2} = \frac{p^2 e \operatorname{sen}\theta \dot{\theta}}{p(1 + e \cos\theta)^2} = \frac{r^2 e \operatorname{sen}\theta \dot{\theta}}{p} = \frac{2ce}{p} \operatorname{sen}\theta, \\ \ddot{r} &= \frac{2ce}{p} \cos\theta \dot{\theta} = \frac{r^2 2ce}{r^2 p} \cos\theta \dot{\theta} = \frac{4c^2 e}{r^2 p} \cos\theta \end{aligned}$$

Por tanto el valor de la aceleración radial es:

$$\begin{aligned} \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 &= \frac{4c^2 e}{r^2 p} \cos\theta - \frac{4c^2}{r^3} = \frac{4c^2}{r^2} \left( \frac{e \cos\theta}{p} - \frac{1}{r} \right) = \frac{4c^2}{r^2 p} (e \cos\theta - (1 + e \cos\theta)) \\ &= -\frac{4c^2}{r^2 p} \end{aligned}$$

La expresión de la fuerza de gravedad queda así:

$$\vec{F}_{12} = -m \frac{4c^2}{r^2 p} \vec{u}_r = -mU_0 \frac{1}{r^2} \vec{u}_r$$

Donde se agruparon en el término  $U_0$  todas las constantes. Teniendo en cuenta la tercera ley

de Newton de la mecánica clásica se tiene que  $F_{12} = -F_{21}$  y además se tiene que

$F_{21} = (MU/r^2)\vec{u}_r$  con lo que se obtiene que:

$$MU = mU_0 \Rightarrow \frac{U_0}{M} = \frac{U}{m} = G \Rightarrow U_0 = GM$$

Con lo que finalmente se llega a:

$$F_{12} = -G \frac{Mm}{r^2} \vec{u}_r$$

Esto muestra, en la visión de Friedman, que la ley de la gravitación universal no es tan fundamental como las leyes de Newton y las de Kepler, porque la primera se deduce de éstas últimas. Así se conforma un ideal metodológico de la física. La idea que subyace es que toda las leyes postuladas por la física deben poder relacionarse deductivamente. Para Friedman, la comprensión se obtiene conforme se descubren las leyes fundamentales. Su hipótesis es que existirían las leyes más fundamentales de las cuales todas las demás leyes de todas las ciencias se deducirían. Sin embargo, hasta ahora, esto sólo sucede hasta cierto grado, en el campo de las ciencias físicas.

Hempel construyó su modelo N-D sobre esta propiedad particular de la física. El hecho de que los enunciados de la explicación puedan deducirse a partir de leyes y que el explanandum sea una implicación lógica del explanans refleja la naturaleza de la física

clásica. La explicación hempeliana pretende emular el funcionamiento de las teorías de la física clásica. De tal manera que existe una buena sincronía entre el modelo N-D de la explicación y este tipo de teorías. Esta relación entre el modelo de la explicación de Hempel y el tipo de teorías a las que se apelan satisface el criterio de la comprensión que De Regt postula. Así, se puede afirmar con confianza que las teorías que se logren desarrollar Nomológica-Deductivamente, tal y como el unificacionismo de Friedman expone, conforman un contexto en el que la explicación N-D funciona adecuadamente.

En conclusión, las explicaciones de fenómenos físicos en el área de la mecánica clásica satisfacen tanto las condiciones de Hempel como el requerimiento de De Regt, y por tanto, son científicas desde la perspectiva de estos dos autores.

## **Conclusiones**

El objetivo de estos dos capítulos ha sido, de manera general, justificar la búsqueda de un criterio estándar que toda explicación científica deba satisfacer, y que no solamente sea adecuado para evaluar explicaciones de fenómenos físicos de la mecánica clásica, como lo es el modelo N-D de Hempel. La búsqueda de un criterio único estándar, poco restrictivo pero determinante, sólo es necesario si se acepta que las explicaciones para fenómenos fuera del área de la física clásica también son científicas y, si se acepta también que los criterios de los modelos para las explicaciones que están en juego, como las mecanicistas, teleológicas y probabilísticas, son fundamentalmente diferentes entre sí. En estos dos capítulos he querido mostrar que los filósofos en general muestran que en efecto los modelos de explicación son diferentes. También he querido mostrar cuáles son las diferencias entre ellos. Sin embargo, es necesario recalcar que las explicaciones observadas

en este texto, a partir de las cuales los modelos fueron construidos tienen algo en común, el hecho de que apelan a teorías científicas.<sup>17</sup>

Hempel sostuvo que su noción de explicación científica conjugaba los principios universales que todas las explicaciones de fenómenos de todas las ciencias seguían. Según su estudio, todas las explicaciones acudían a la apelación de leyes y a la forma argumental, ya sea deductiva o inductiva. Ésta era la definición de la explicación científica. Hemos visto que varios autores cuyos estudios abarcan tanto del área de las ciencias biológicas como de las físicas, han afirmado que las explicaciones científicas de los fenómenos de estas áreas respectivamente no satisfacen por entero los criterios de la noción hempeliana, de tal manera que la pretensión de Hempel de que su modelo pudiera abarcar explicaciones de áreas fuera de la física clásica se ve afectada. La historia de la teoría de la explicación en la filosofía, implícitamente ha tenido el objetivo de contrastar la tesis de Hempel con estudios de caso para ver si su modelo daba cuenta de todas las explicaciones de la ciencia.

Una conclusión que puede desprenderse de lo anterior es que el modelo hempeliano sólo es adecuado para evaluar explicaciones dentro de un contexto específico, el contexto nomológico-deductivo. Ningún autor después de Hempel ha propuesto que un modelo de explicación determinado represente universalmente todas las explicaciones de la ciencia. La conclusión general que se perfila es que ningún autor lo hace porque hasta ahora ningún modelo funciona adecuadamente para conjugar todas las explicaciones de todos los fenómenos de la naturaleza, desde la perspectiva del estudio realizado en este trabajo. La

---

<sup>17</sup> No he abordado demasiados detalles acerca de los modelos con la preocupación de que al hacerlo pudiera perderse la visión general.

propuesta de la comprensión como criterio universal que toda explicación puede satisfacer, tendrá como principal misión, dejar de lado la idea de que un solo modelo es el que se debe tomar como la noción estándar de la explicación, y por el contrario, partir de la idea de que las explicaciones científicas son de distintos tipos.

Es importante notar que la concepción hempeliana de la explicación va más allá de la pura construcción de un modelo de explicación científica universal. Antes de Hempel las explicaciones se concebían de una manera muy general y un tanto ambigua. El propósito implícito en toda la propuesta de Hempel era defender que algunas explicaciones podían ser consideradas como científicas.<sup>18</sup> Para lograr esto, Hempel propuso una serie de condiciones que conformaban el criterio con el cual se podían demarcar las explicaciones científicas de las pseudocientíficas. Este es el objetivo que, uno podría pensar, toda teoría de la explicación científica debería tomar en cuenta y la herencia hempeliana en cuanto a la explicación, que no debe dejarse de lado. Las explicaciones deben cumplir con cierto criterio racional y objetivo por medio del cual reconocerlas como científicas. Hempel estableció que las explicaciones debían apelar a leyes científicas para ser científicas. La propuesta de unificación de las nociones de explicación de Newton-Smith, De Regt y Dieks no deja de lado este objetivo. Propondrán que la condición a satisfacer por una explicación científica, no es el uso de leyes, sino la invocación de las herramientas teóricas científicas en cuestión. Así, la explicación mecanicista de Machamer es científica porque relaciona el fenómeno biológico a explicar con una herramienta teórica de la biológica; la explicación probabilística de Railton y Salmon es científica porque logra relacionar los fenómenos cuánticos a explicar con los estudios estadísticos que los describen. En este sentido, se

---

<sup>18</sup> Antes de Hempel, la explicación era un tema de la metafísica. Se puede observar esto en Duhem (1906).

aboga por un pluralismo de los métodos de la ciencia para representar una heterogeneidad de tipos de explicaciones científicas. Esta relación entre el fenómeno y la teoría científica, es lo que De Regt y Dieks denominan como comprensión de un fenómeno. La principal tarea de estos autores es, primero, modificar la reputación que tiene el concepto de comprensión en la literatura de la filosofía de la ciencia; después establecer que la comprensión puede actuar como un criterio racional y objetivo que pueden satisfacer todas las explicaciones de los fenómenos abarcados por todas las ciencias. De Regt describe el espíritu de este proyecto que engloba estos dos objetivos como una defensa de la pertinencia epistemológica del concepto de comprensión científica.

### **Capítulo III. La comprensión por medio de la explicación científica**

En los dos capítulos anteriores argumenté a favor de la idea de que el criterio de Hempel no podía actuar como la noción estándar de la explicación porque no todas las explicaciones científicas satisfacen su criterio. No todas apelan a leyes ni a la forma argumental. También sugerí que las teorías científicas tienen una relación con el tipo de explicación que se construye.

En este capítulo mi objetivo es examinar el criterio de De Regt y Dieks quienes postulan la comprensión como la base fundamental para evaluar las explicaciones científicas. La condición más importante contenida dentro su criterio es que una explicación es científica sólo si provee de comprensión científica. Las explicaciones científicas proveen comprensión de un fenómeno cuando apelan a una teoría científica. Según estos dos autores, todas las explicaciones cumplen esta condición por lo que el papel de la teoría científica es más fundamental que el de las leyes. Pero este criterio, además, establece que la explicación debe utilizar la misma estrategia que la teoría científica a la que apela para proporcionar comprensión.<sup>19</sup> En esta última idea se encuentra implícita la cuestión acerca de la elección del tipo de explicación adecuado para un fenómeno específico, ya que, no es posible pensar, como lo mostré en los capítulos anteriores, que un solo tipo de explicación dé cuenta de cualquier fenómeno. Un sujeto sólo podrá comprender un fenómeno por medio de una explicación si ésta es del tipo adecuado para apelar a la teoría científica

---

<sup>19</sup> De Regt afirma que las descripciones nomológico-deductivas, mecanicistas, teleológicas, probabilísticas, etc., son estrategias cada una de ellas y distintas unas de otras. Las teorías científicas y las explicaciones científicas siguen estas estrategias dependiendo del fenómeno examinado en cuestión. No todos los fenómenos pueden estudiarse con la misma estrategia. Según De Regt, las explicaciones y las teorías científicas a las que apelan éstas deben compartir la misma estrategia. Esto se verá con cuidado más adelante.

pertinente que describe el fenómeno en cuestión. Por ejemplo, el tipo adecuado de explicación para fenómenos del área de la física clásica es el N-D porque comparte la misma estrategia que las teorías de la física clásica. Esta estrategia es la N-D. Todo esto se verá con detalle en este capítulo.

A continuación presento los fundamentos de la teoría de la comprensión de De Regt, la cual se encuentra íntimamente ligada con la discusión acerca de la explicación. El objetivo específico de este autor se divide en dos: defender que la comprensión se puede concebir sin ningún grado de subjetivismo; y defender que, además, tiene un valor epistemológico cuando se le formula como un requisito formal que las explicaciones deben satisfacer. El primer punto es el que aborda en especial en sus primeros estudios sobre la explicación. El problema inicial a resolver es que la noción de ‘comprensión’ tiene una mala reputación. Desde la tradición hempeliana, se piensa que toda formulación que se haga de ella incluye necesariamente aspectos subjetivos, por lo que asociarla con la explicación puede inducir a pensar que ésta última es una cuestión igualmente subjetiva. De Regt niega esto y desarrolla, en oposición, la idea de que es posible realizar una formulación objetiva de la comprensión. Esto se verá en la primera sección.

El segundo punto tiene que ver con argumentar que existen buenas razones para considerar que la comprensión es uno de los criterios formales que las explicaciones científicas deben satisfacer. En la segunda sección presento y examino el criterio de comprensión que postulan De Regt y Dieks. También muestro que este criterio resuelve algunos de los problemas tradicionales que surgen en ciertos casos con la explicación hempeliana.

## **Dos formulaciones de la comprensión**

Desde Hempel la comprensión ha sido considerada como una cuestión fuera del reino de la lógica. Esta concepción ha sido predominante en la filosofía de la ciencia. Así, antes de que pueda sugerirse el papel importante que tiene la comprensión para la noción de explicación científica es necesario plantear cuáles son las principales críticas que obstaculizan la aparición formal de este concepto en la literatura de la explicación. Las críticas se concentran en dos aspectos: (1) el supuesto carácter subjetivo de la comprensión; (2) la suposición general de que la comprensión es una cuestión pragmática. De Regt se encarga de negar el primer aspecto y afirma que la aceptación del segundo no es un problema para sostener el papel epistemológico que tiene la comprensión para la explicación.

Trout realiza un estudio detallado acerca de la comprensión y la define como un sentimiento, concepción que va de acuerdo con la tradición psicologista en la que se basa en un primer momento. En su artículo de 2002 su estudio lo lleva a concluir que hay dos maneras, por lo menos, en que se puede formular la noción de comprensión. Una subjetiva y otra objetiva. Sobre esto De Regt dice que:

Aunque Trout admite que hay muchas acepciones de la 'comprensión', él distingue solo dos: por un lado, una concepción objetivista de acuerdo a la cual tenemos comprensión de un fenómeno si sabemos todas las leyes relevantes, principios y condiciones de fondo; por el otro lado, una concepción subjetivista de acuerdo a la cual ese conocimiento debe ser acompañado por un estado subjetivo particular o sentimiento. (De Regt, 2004: 100).

Primero expondré la formulación subjetivista de la comprensión. Según Trout, la comprensión se puede considerar como un sentimiento. Si esto es así, la comprensión es un fenómeno perteneciente al área de la psicología. Este autor afirma que “el sentido

psicológico de la comprensión es sólo un tipo de confianza, alentado por una retrospección, proveniente de una satisfacción intelectual de que una pregunta ha sido adecuadamente respondida.” (Trout, 2002: 213). La crítica que hace Trout a este concepto se sustenta sobre la idea de que el sentimiento de comprensión es un fenómeno que surge de la psicología personal de un individuo, la cual influye en las preferencias y los juicios del sujeto. Sentir que hemos logrado comprender un fenómeno por medio de una explicación no es una base, ni objetiva ni racional para decidir si la explicación en efecto ha sido satisfactoria o no, porque este sentimiento variará con cada sujeto. Trout establece que si se quiere defender que el sentimiento de la comprensión tiene algún valor epistemológico, éste debería estar relacionado positivamente, al menos, con relaciones causales precisas. Pero idealmente, debería poder mostrarse que éste tiene relación con la verdad de alguna manera, es decir, debería poder defenderse que cada vez que aparece el sentimiento de la comprensión es porque tenemos en nuestras manos una explicación verdadera. Pero según Trout, la historia muestra lo contrario:

Formular una historia consistente, bien unificada, es una manera para erradicar el sentimiento peculiar de malestar interno. Una explicación, plácidamente descarga ese sentimiento de insatisfacción intelectual. Pero la unidad y consistencia con conocimiento de fondo es un sustituto pobre para la precisión y verdad, acerca de lo cual la letanía de teorías falsas pero unificadoras y consistentes deberían advertir. (Trout, 2002: 217).

El sentimiento que teorías como la del flogisto provocaron en los sujetos es similar al sentimiento que provoca una explicación bien formulada y ordenada coherentemente. La teoría del flogisto tenía consistencia interna, podía explicar ciertos fenómenos, etc., pero era falsa. El sentimiento provocado por estas virtudes de la teoría no señalaba de ninguna manera su falsedad o verdad. La explicación en el mismo sentido pudiera tener cualquier

virtud que uno pensara: pudiera estar bien articulada, pudiera tener una redacción impecable, pudiera ser consistente, etc., y por medio de estas virtudes la explicación podría provocarnos un sentimiento de comprensión, y sin embargo, eso no excluye que la explicación pudiera ser totalmente falsa.

No es algo nuevo, por supuesto, que sólo este sentido de la comprensión no es necesariamente una guía confiable para la verdad, ni es una condición necesaria para una buena explicación. Mucho menos una condición suficiente para una buena explicación. (Trout, 2002: 213).

Sea la razón que sea por la que surge el sentimiento de comprensión, éste no indica de ninguna manera si la explicación es verdadera o no. Por lo tanto, concebida así, la comprensión no puede actuar como una condición que permita evaluar las explicaciones científicas. Incluso si se pudiera defender que el sentimiento de la comprensión surge cuando tenemos una teoría verdadera, de acuerdo con Trout, uno cuestionaría el papel que éste pudiera jugar en un caso así: “Si nuestro sentido subjetivo de la comprensión parece estar justificadamente relacionada con la verdad sólo cuando tenemos una buena teoría, uno se pregunta si ese sentido subjetivo de la comprensión está realizando realmente algún trabajo epistémico.” (Trout, 2002: 230).

De Regt, sin embargo, niega que la comprensión sea un sentimiento. De ser así, él también rechazaría la importancia epistemológica del concepto de ‘comprensión’. Dice este autor “conuerdo con Trout en que un sentido puramente subjetivo de la comprensión como un ‘se siente bien’ es irrelevante para la ciencia y ciertamente puede ser equívoco en algunas situaciones.”(De Regt, 2004: 99). En ese sentido, Trout tiene razón. Pero el objetivo de De Regt es abundar en otra concepción de la comprensión, una que no es subjetiva pero sí

pragmática. De Regt propondrá que pensemos a la comprensión como una condición formal a satisfacer por las explicaciones científicas: una explicación debe apelar a teorías científicas para proveer comprensión y ser considerada como científica<sup>20</sup>. Según la propuesta de De Regt, una condición así tiene un carácter objetivo y racional. Por ahora sólo es necesario decir que el carácter objetivo con el que De Regt describe el concepto de comprensión, tiene sus raíces en la segunda formulación de la comprensión que Trout desarrolla. Veamos.

En la segunda formulación que hace Trout, la comprensión es objetiva. Él afirma que en esencia ésta se obtiene por medio de una explicación cuando ésta apela a leyes científicas. En este sentido, el elemento que hace que las explicaciones sean objetivas es la condición acerca de la presencia de leyes. Comienza diciendo Trout “comprendo por qué los aviones vuelan si sé el principio de Bernoulli. En tal caso, debo tener cierto conocimiento de las

---

<sup>20</sup> Hempel postuló que una explicación era científica si y sólo si apelaba a leyes científicas. Esta definición tenía un importante objetivo con el cual De Regt implícitamente está de acuerdo: las explicaciones deben contener elementos de la ciencia para ser científicas. Estos elementos pueden ser leyes, teorías, interpretaciones teóricas, estudios estadísticos, descripciones teleológicas, etc. Antes de Hempel, la explicación era una cuestión fuera del ámbito de la ciencia, y en muchos casos parte del ámbito de la metafísica porque apelaba a elementos metafísicos: creencias acerca de causas ocultas, realidad detrás de las apariencias, etc. No existían criterios objetivos y racionales con los cuales calificar una explicación como científica. Se consideraba que la explicación implicaba despojar a la realidad de las apariencias sensibles para conocer la verdadera realidad, lo cual resultaba muy ambiguo y vago. “Explicar es desnudar la realidad de las apariencias que la cubren como un velo” (Duhem, 1906: 7). De acuerdo con Duhem, considerar así la explicación implicaba suponer de principio la existencia de una verdadera realidad detrás de las apariencias, lo que no indicaba claramente cómo la explicación podía mostrar esta verdadera realidad. Tal suposición, llevaba a discusiones metafísicas que intentaban describir e imponer una realidad particular indemostrable e inobservable. La concepción hempeliana de la explicación no supone ningún principio metafísico, y considera que la explicación es algo similar a las pruebas matemáticas. “the theoretical model has certain other functions: it exhibits the rationale of mathematical proofs by revealing the logical connections underlying the successive steps; it provides standards for a critical appraisal of any proposed proof constructed within the mathematical system to which the model refers; and it affords a basis for a precise and far-reaching theory of proof, probability, decidability, and related concepts. I think the two models of explanation can fulfill the same functions, if only on a much more modest scale.” (Hempel, 1962: 691). En este sentido De Regt y Dieks mantienen la prerrogativa hempeliana de que la explicación debe contener elementos de la ciencia para ser científica. Pero ellos proponen la condición un paso atrás, buscan aquello que produce las leyes, las generalidades, las clasificaciones, las descripciones, etc., en suma, buscan que la explicación se relacione con las herramientas teóricas de las diferentes ciencias, adopten la forma que adopten éstas últimas.

condiciones de fondo relevantes, por supuesto cuánto pesa el avión, el área de las alas, etc.” (Trout, 2002: 22). En este punto, este autor no se aleja de la concepción hempeliana de la explicación: ésta se logra al relacionar el fenómeno en cuestión con las leyes postuladas por la teoría pertinente, en este caso, el principio de Bernoulli. Pero Trout va más lejos y propone que para lograr comprender un fenómeno es necesario un aprendizaje previo acerca de la utilización de las leyes: saber exactamente qué leyes son las que se relacionan directamente con el fenómeno a explicar (leyes pertinentes o relevantes para el fenómeno) y cómo. Dice Trout, “Pero en un sentido más fuerte de la comprensión, puedo saber el principio de Bernoulli y de todas formas no comprender por qué los aviones vuelan.” (Trout, 2002: 22). No podríamos comprender por qué los aviones vuelan, aunque conociéramos el principio de Bernoulli, porque no sabríamos como aplicarlo, es decir, no sabríamos, (1) si el fenómeno del vuelo de un avión se deduce en efecto de este principio y no de otros, y (2) cómo se deduce. Para lograr saber esto necesitamos aprenderlo. De Regt concuerda con esto último cuando afirma que “La comprensión implica más que un mero conocimiento de la formula relevante, pero este más no debería buscarse en ninguna de las experiencias subjetivas que pudieran acompañar la aparición de la comprensión.” (De Regt, 2004: 101). Según lo que dicen estos dos autores, aprender las leyes pertinentes no es una cuestión subjetiva, pero sí pragmática. ¿Para qué querer saber cómo aplicar el principio de Bernoulli en el caso concreto del vuelo de un avión? La respuesta se sale del reino de la lógica tal y como estableció Hempel porque en ella se considerarían las necesidades y deseos específicos de un sujeto dado.

Según De Regt (2004), considerada así, la comprensión involucra aspectos pragmáticos porque siempre es un sujeto dado el que aprende cuáles son las leyes pertinentes para

explicar un fenómeno y cómo aplicarlas. En virtud de que no todas las leyes, ni cualquier ley, pueden explicar todos los fenómenos, es necesario conocer cuáles (del conjunto total de leyes disponibles) son pertinentes para el fenómeno en cuestión. Sin embargo, no por esto la comprensión se vuelve subjetiva, ya que el hecho de que un sujeto desee aprender a utilizar el principio de Bernoulli para resolver un problema o contestar a una pregunta, no implica que el sujeto en cuestión pueda apelar a cualquier principio o ley que se le venga en gana ni como se le venga en gana, con el criterio que le plazca.

De Regt afirma que cuando Trout establece que el aprendizaje del uso de las leyes pertinentes es un elemento fundamental para construir la explicación de un fenómeno que nos proporcione comprensión, Trout trae el sujeto a cuento (2004). Pero considerar al sujeto no implica necesariamente suponer que la comprensión sea un fenómeno subjetivo, en ninguna de sus formulaciones. En la teoría de De Regt, un sujeto es el que conoce cuál es la teoría científica pertinente para explicar un fenómeno, tal y como Trout suponía que un sujeto debía aprender cuáles eran las leyes pertinentes y cómo aplicarlas para explicar un fenómeno. Las razones que permitirían entender por qué un sujeto decide aprender la teoría, o las leyes, a las que debe apelar para explicar un fenómeno ciertamente consideran aspectos pragmáticos, pero en sí, la teoría científica que aprende el sujeto no es ni pragmática ni subjetiva, tampoco lo son las leyes. Por lo que el resultado de la decisión acerca de a qué teoría científica se debe apelar para explicar un fenómeno dado no depende de los caprichos de una persona, sino del correcto conocimiento de la teoría científica.

Hasta este punto, Trout y De Regt avanzan paralelamente, sin embargo, después De Regt afirma que la concepción objetiva de la comprensión de Trout se halla incompleta porque

sólo toma en cuenta la explicación hempeliana. Trout se encuentra en la misma línea que Hempel; no en vano asentará su favoritismo en cuanto a concepciones de la explicación.

Dice Trout:

El asalto precedente contra el papel del sentido subjetivo que tiene la comprensión para la explicación deja de lado, varias características admirables de muchas otras descripciones de la explicación más ortodoxas. La subsunción nómica, la unificación, y la derivación lógica pueden desarrollar los objetivos científicos. (Trout, 2002: 230).

Pero de acuerdo con las conclusiones de los capítulos anteriores, Hempel no estaba del todo en lo correcto en la pretensión de que su noción de explicación científica fuera universal. La explicación que él propuso relaciona los fenómenos a explicar con leyes pertinentes, pero no todos los tipos de explicación científica que existen proceden de esa manera. La cuestión es que este procedimiento tiene un dominio de aplicación restringido. En el mismo sentido, la concepción de Trout, al establecer que sólo la explicación que apela a leyes provee de comprensión, se encuentra restringida a cierto tipo de explicaciones, las explicaciones de fenómenos físicos. No examina otros tipos de explicación, otras estrategias a seguir, que pudieran conseguir el mismo resultado de proporcionar comprensión. Afirmar que la comprensión objetiva es alcanzada únicamente por medio de la invocación de leyes y el aprendizaje de la aplicación de éstas (explicación hempeliana), implica tener una visión incompleta del conjunto total de las estrategias posibles a seguir para obtener comprensión. En este sentido, De Regt dice que la comprensión real no proviene de la utilización del modelo hempeliano, o de cualquier otro modelo, sino de reconocer cuándo es más conveniente utilizar alguno en lugar de los otros. Saber qué tipo de explicación es más conveniente para dar cuenta de un fenómeno dado depende de la teoría científica a la que se vaya a apelar para explicarlo. Este autor afirma que “Los

científicos escogen de un conjunto de estrategias disponibles aquella que les sea más conveniente en un caso particular para alcanzar este objetivo.”(De Regt, 2006:144). Reducir la comprensión al conocimiento de las leyes pertinentes descuida la posibilidad de concebir otras maneras de obtenerla, maneras en las que no se utilizan leyes. Por esta razón, de acuerdo a De Regt, es preferible afirmar, por medio de un requisito formal, que para obtener comprensión es necesario que las explicaciones apelen a teorías científicas, en lugar de a leyes. Las leyes son el resultado de sólo un tipo de teorías científicas, las físicas, por lo que decir que la explicación es científica sólo si apela a leyes, implica excluir las herramientas teóricas de otras ciencias. En síntesis, no todas las ciencias postulan leyes, pero sí herramientas teóricas que describen los fenómenos que estudian. Una teoría de la explicación que se fija en las herramientas teóricas de las ciencias, y no sólo en el producto de algunas de ellas, las hace partícipes, a todas ellas, en el juego de la explicación.

Como mencioné anteriormente, la formulación de la comprensión de De Regt es ciertamente pragmática porque se considera que es un sujeto el que aprende cuál es la teoría pertinente para explicar un fenómeno dado. Pero no es subjetiva porque las teorías científicas por sí mismas, igual que las leyes, pretenden ser objetivas. De acuerdo con esto, es posible defender que el concepto de comprensión es importante para una teoría de la explicación, siempre y cuando no se le conciba como un sentimiento. Llegado este punto, se puede observar que la defensa que De Regt hace acerca del concepto de comprensión, tiene su centro en la existencia de este criterio objetivo sugerido y por tanto, es necesario mostrarlo detalladamente.

## **La comprensión y las teorías científicas**

Los puntos sobre los que se sostiene la teoría de la comprensión de De Regt y Dieks son los siguientes: (1) el supuesto de que las explicaciones tienen la función de proveer de comprensión, lo que los lleva a afirmar que las explicaciones son herramientas conceptuales; (2) la idea de que la comprensión se obtiene por medio de una explicación cuando ésta apela a una teoría científica. Dice De Regt “La explicación científica puede pensarse como una actividad que tiene la comprensión como su producto u objetivo: por definición, una explicación satisfactoria provee comprensión.” (De Regt, 2006: 130). Veamos estos puntos con cuidado.

La condición fundamental del criterio que postulan De Regt y Dieks para la comprensión de un fenómeno dado por medio de una explicación científica, tiene que ver con la existencia de una teoría científica a la cual apelar para explicarlo. Este criterio establece que existe un vínculo entre las teorías científicas, las explicaciones y los fenómenos a explicar. De Regt y Dieks pretenden hacer explícito este vínculo y por eso formulan así su ‘Criterio para Comprender los Fenómenos’ (De Regt y Dieks, 2005: 150) o CCF es:

Un fenómeno P puede ser comprendido si una teoría T de P existe que sea inteligible (y cumple los requerimientos usuales lógicos, metodológicos y empíricos). (De Regt y Dieks, 2005: 150).<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Cumplir con los requerimientos mencionados implica que T debe haber sido previamente aceptada como científica.

Bajo este criterio se cancela la posibilidad de comprender científicamente un fenómeno si no existe antes una teoría científica que describa ese fenómeno. *La teoría científica es condición necesaria para que eventualmente comprendamos científicamente un fenómeno por medio de una explicación.* Sin una teoría científica a la cual apelar no se puede construir una explicación científica. Un fenómeno nuevo para la ciencia, por ejemplo, en ese sentido es incomprensible científicamente porque es inexplicable, y es inexplicable porque no existe todavía una teoría científica a la cual apelar para explicarlo. Este criterio funciona para distinguir las explicaciones científicas de las pseudocientíficas. Una explicación es científica sólo si apela a una teoría científica. De alguna manera, De Regt y Dieks sólo reformulan el criterio original de Hempel, y en lugar de afirmar que el papel importante lo tienen las leyes pertinentes, afirman que el papel importante lo tienen las teorías científicas pertinentes. La principal virtud de darle más importancia a la teoría que a las leyes es que así no se excluyen explicaciones que se consideran que son científicas aún cuando no cumplan con el criterio de Hempel.

Sin embargo, no es suficiente afirmar que las teorías y los modelos de explicación tienen un vínculo, ya que no se puede apelar a cualquier teoría para explicar un fenómeno dado. Se debe poner, además, la condición de que el vínculo sea adecuado. No sólo es necesario que exista una teoría científica a la cual apelar para explicar un fenómeno, sino que también, el tipo de explicación que se construya debe ser la adecuada para la teoría a la que se va a apelar. El vínculo entre teoría y explicación se establece por medio de la estrategia que siguen, la cual, debe ser la misma. Sobre esto De Regt y Dieks afirman que “existe simplemente una variedad de estrategias explicativas para alcanzar un solo objetivo: la comprensión científica.” (De Regt, 2006: 144). Podemos identificar las estrategias

expuestas hasta ahora: la estrategia nomológica-deductiva (Hempel, Friedman), la mecanicista/causal (Salmon, Railton), la mecanicista de sistemas complejos (Machamer, Glennan) y la teleológica (Woodfield). Estas son ejemplos de una serie de estrategias conocidas que tanto explicaciones como teorías científicas siguen. Una explicación es adecuada para apelar a la teoría científica pertinente si comparte la misma estrategia que la teoría científica. Por ejemplo, la estrategia Nomológica-Deductiva depende de leyes y relaciones lógicas. La teoría y la explicación deben compartir esta misma estrategia para producir comprensión de algunos de los fenómenos físicos. De cierta forma, las concepciones N-D afirman que los fenómenos físicos se comprenden así y no de otra manera. Por otro lado, las concepciones mecanicistas de fenómenos biológicos no aceptan que la estrategia N-D funcione para explicar sistemas complejos. Lo mismo se observa al comparar otros modelos. De tal manera que una teoría científica o utiliza la estrategia N-D para describir sus fenómenos, o la mecanicista, o la probabilística, etc. Esto depende del fenómeno en cuestión. El vínculo que postulan De Regt y Dieks tiene que ver con la idea de compatibilidad entre el tipo de explicación y la teoría científica. Sólo así se proporciona una verdadera comprensión. Con esta nueva condición agregada al criterio, podemos reconocer todavía con más precisión las explicaciones científicas. *Las explicaciones científicas proporcionan comprensión porque comparten la misma estrategia que la teoría científica a la que apelan para explicar un fenómeno.* Si la estrategia es la misma, la relación entre el tipo de explicación y la teoría científica será adecuada. Las explicaciones pseudocientíficas, por el contrario, pueden carecer de una teoría científica a la cual apelar, o pueden estar construidas con una estrategia distinta a la estrategia que utiliza la teoría científica a la que apelan. Esto trae problemas como los que se observan a continuación.

La construcción de una explicación puede seguir cualquiera de las estrategias identificadas en los modelos explicativos que se han expuesto. Bajo este esquema es importante que tanto la explicación como la teoría sigan la misma estrategia porque si no se darían explicaciones extrañas. Por ejemplo, podrían existir explicaciones que apelen a teorías científicas de la física clásica pero que estén construidas de acuerdo con la estrategia teleológica. De alguna manera, una explicación así sugeriría la existencia de fines relacionados con los fenómenos de la física, lo cual sonaría un tanto a metafísica. Para evitar esto se plantea que una explicación que no comparte la misma estrategia que la teoría científica a la que apela no es científica, aunque ciertamente apele a una teoría científica. Esto se ve mejor con un caso hipotético en donde se intenta explicar el fenómeno de la síntesis de proteínas (un fenómeno biológico) con el modelo deductivo de Hempel. Dadas estas condiciones se observaría que, como no es adecuada la explicación N-D para apelar a la teoría científica de la síntesis de proteínas (porque ésta no postula leyes)<sup>22</sup> uno podría llegar a conclusiones poco certeras. Las conclusiones inadecuadas que se podrían inferir de la afirmación de este vínculo en concreto son: Si afirmamos que el modelo N-D explica adecuadamente la síntesis de proteínas, podríamos inferir que la teoría de la síntesis de proteínas postula leyes que describen este fenómeno (porque sabemos que el modelo de Hempel tiene como una de las condiciones a cumplir que la explicación contenga en algunas de las premisas las leyes de la teoría), por lo que afirmar que el modelo N-D de Hempel explica adecuadamente este fenómeno implica decir que este fenómeno es descrito por medio de leyes postuladas por la teoría que lo estudia, de lo contrario, no se podría explicar con el modelo deductivo. El requisito de la comprensión postulado así evita que

---

<sup>22</sup> El modelo deductivo de Hempel sigue la estrategia N-D; la interpretación teórica de la síntesis de proteínas sigue la estrategia mecanicista. En virtud de que no comparten la misma estrategia, la explicación no podrá proveer comprensión científica del fenómeno y será entonces una explicación pseudocientífica.

caigamos en problemas como el del caso hipotético anterior. El criterio de comprensión de estos dos autores es más exacto formulado de la siguiente manera:

Un fenómeno P puede ser comprendido por un sujeto S por medio de una explicación E si una teoría T de P existe que sea científica y la explicación E comparte la misma estrategia que la teoría T. (De Regt, 2004; De Regt y Dieks, 2005).

En este criterio sin embargo, siguen apareciendo cuestiones pragmáticas. De Regt y Dieks definen las explicaciones como “herramientas conceptuales” (De Regt y Dieks, 2005: 154) de naturaleza teórica<sup>23</sup>, cuya función es producir una comprensión de los fenómenos. Dicen estos autores: “La historia y práctica de la ciencia muestra que hay una variación en las ‘herramientas’ preferidas para obtener comprensión...” (De Regt, 2006: 144). Esta definición de la que parten acerca de la explicación contiene una suposición pragmática innegable desde el punto de vista de De Regt. Utilizar una herramienta, lo mismo que utilizar una explicación, implica la acción de parte de un sujeto. Sin embargo, cada herramienta tiene una utilidad particular determinada, y un correcto modo de utilización, por tanto, el sujeto no puede utilizar la herramienta como le plazca. Un martillo no se puede utilizar para cualquier fin que a uno se le ocurra debido a la función específica para la que fue diseñado en la teoría; tampoco se puede utilizar de cualquier modo. Las explicaciones se describen de la misma manera. De Regt afirma que el uso correcto del tipo de explicación se decide en función de un criterio objetivo. La comprensión se obtiene con el uso correcto del tipo de explicación adecuada para el fenómeno a explicar. La comprensión

---

<sup>23</sup> La explicación no puede ser una herramienta material, puesto que se conforma de enunciados y relaciones entre enunciados.

definida como la adecuada relación entre el modelo de explicación y la teoría científica, es algo similar a la correcta utilización de un martillo. Un martillo sirve para clavar clavos de acuerdo a la teoría con la que fue diseñado; que la definición de este diseño no excluye que con un martillo se puedan clavar otras cosas es algo cierto, sin embargo, utilizar el martillo para clavar otras cosas que no sean clavos puede traer resultados desfavorables. Cada modelo de explicación es diseñado en relación con cierto tipo de teorías científicas para poder explicar cierta clase de fenómenos, lo cual no excluye que un sujeto pueda intentar explicar todos los fenómenos con un solo modelo. Esto último es lo que, según De Regt y Dieks, origina muchos problemas en una teoría de la explicación.

Según lo expuesto, este criterio permite establecer qué tipos de explicaciones son más adecuados que otros para explicar un fenómeno dado en virtud de la teoría científica que invocan. Pero lo más importante, como ya lo había mencionado, es que el criterio permite reconocer las explicaciones científicas. Esto se muestra en los siguientes casos. Salmon plantea dos ejemplos de explicaciones que son pseudocientíficas aun cuando satisfacen el criterio de Hempel:

El problema con estos modelos hempelianos puede ser ilustrado por dos ejemplos simples. 1. John Jones evitó embarazarse durante el año pasado porque concienzudamente consumió las píldoras anticonceptivas de su esposa, y cualquier hombre que regularmente tome anticonceptivos orales escapará el embarazo. Esta 'explicación' satisface todos los requerimientos impuestos sobre los modelos N-D. 2. Susan Smith experimentó solo síntomas moderados después de su infección de la fiebre del valle, porque ella estaba portando un collar turquesa cuando contrajo la enfermedad, y casi todos los que portaban turquesa en el momento de la infección sufrieron un caso leve. (Salmon, 1979:68).

Lo que es importante recalcar de estos ejemplos es que, según Salmon, aunque satisfacen los criterios de los modelos de Hempel, no son explicaciones científicas y por eso son

problemáticas. Desde la perspectiva de la teoría de De Regt podemos saber con precisión por qué son problemáticas. El fenómeno del embarazo y el fenómeno de la fiebre del valle son fenómenos que las ciencias de la vida estudian; las explicaciones hempelianas no son las más adecuadas para explicar fenómenos del área de la biología no-molecular. En razón de que Hempel construyó sus modelos a partir de la observación de casos de la física, se puede pensar justificadamente con base en el criterio de De Regt y Dieks, que tales explicaciones no son adecuadas en virtud de que las explicaciones de los fenómenos físicos son diferentes a las explicaciones de los fenómenos biológicos por las teorías a las que apelan. Prima facie, las explicaciones del ejemplo de Salmon parecen extrañas, dan la impresión de que intentan ser científicas sin lograrlo propiamente. Después de un análisis más cuidadoso, utilizando el criterio postulado por De Regt y Dieks, podemos determinar exactamente por qué no son explicaciones científicas. La respuesta es porque no nos proporcionan comprensión, al contrario, confunden. No nos proporcionan comprensión porque no satisfacen el criterio postulado por los autores antes mencionados. En estos casos concretos, la explicación y la teoría son incompatibles, es decir, la explicación hempeliana no utiliza la misma estrategia que las interpretaciones teóricas que se hacen de los fenómenos de la biología. La confusión se da por dos razones: (1) el intento forzoso por concebir que la biología postula leyes en sentido hempeliano, y (2) porque no existen teorías científicas que describan estos fenómenos. Acerca del primer punto se puede mostrar que no existe una ley como ‘Todos los hombres evitan embarazarse si consumen píldoras anticonceptivas’ en ninguna de las herramientas teóricas de la biología. La explicación provoca confusión porque nos lleva a pensar que encontraríamos en la biología una ley como ésta. Pero, de acuerdo al primer capítulo de este trabajo, la biología no postula leyes más que en su área molecular. Intentar explicar el no-embarazo en hombres y

la levedad de la infección por fiebre del valle debido al uso de turquesa con los modelos hempelianos, nos mal informa acerca de la biología.

La segunda razón por la que nos confunden estas explicaciones pseudocientíficas es porque, propiamente, no existe una teoría científica que haya realizado un estudio riguroso, de acuerdo a los criterios científicos, lógicos, metodológicos y empíricos usuales, sobre el fenómeno del no-embarazo en hombres y sobre la relación entre la turquesa y la fiebre del valle. En este sentido, las explicaciones de los ejemplos de Salmon no son científicas porque no nos proporcionan comprensión, y no lo hacen porque las teorías a las que apelan no son científicas. Esto es exactamente lo que dicen De Regt y Dieks cuando examinan los mismos ejemplos: “No hay una teoría científica que correlacione estas condiciones para el efecto en cuestión.” (De Regt and Dieks, 2005: 164).

El valor concreto del criterio propuesto por estos dos autores es que nos permite saber por qué algunas explicaciones no son científicas, incluso si satisfacen las condiciones del modelo hempeliano. Pero además de esto, funciona como una guía para reconocer la compatibilidad entre teoría y explicación: uno observa la estrategia que sigue la teoría que describe el fenómeno que se quiere explicar, para lo cual es necesario, previamente, aprender correctamente la teoría en cuestión, y en función de esto, se elige el modelo de explicación que utilice la misma estrategia para construir la explicación del fenómeno. Si la teoría a la que se pretende apelar postula leyes fundamentales, se puede pensar que el modelo a seguir para construir la explicación científica adecuada será aquel que tenga como requerimiento invocar leyes. Si la teoría postula leyes probabilísticas con probabilidad cercana a 1, entonces podremos pensar que el modelo inductivo de Hempel podría ser

utilizado en este caso. Si la teoría postula leyes probabilísticas con un valor cercano a 0.5 o menos, entonces puede ser que el modelo de relevancia estadística de Salmon funcione bien. Si la herramienta teórica describe un fenómeno de manera mecanicista y no postula leyes ni en su forma probabilística, entonces el modelo de Machamer será quizás el más adecuado, etc.

Con esto concluyo el examen somero de la teoría de la explicación de De Regt que tiene su base fundamental en el criterio objetivo postulado por De Regt y Dieks. A partir de lo expuesto en este trabajo se pueden vislumbrar aportaciones interesantes a las discusiones sobre la explicación científica. Lo más importante parece ser la consideración sobre la finalidad que cumplen las explicaciones, es decir, responder la pregunta ¿para qué sirven?

## Conclusiones

Como establecí en la introducción, el objetivo principal de este trabajo era defender la idea de que las explicaciones científicas proveen de comprensión. Pero para lograr esto era necesario antes mostrar que es posible formular una noción objetiva de este concepto. Esto último es lo que defiende enfáticamente De Regt. La comprensión para este autor se logra por medio de una explicación sólo cuando esta cumple dos condiciones: (1) cuando apela a una teoría científica y (2) cuando comparte la misma estrategia que la que sigue la teoría científica pertinente. Estas dos condiciones ciertamente, como el mismo De Regt afirma, revelan el carácter pragmático de la comprensión. Dentro de este contexto el sujeto siempre se ve envuelto o en la evaluación de una explicación científica o en la construcción de una. Pero se pretende que la subjetividad de un individuo no influya en la forma de la teoría científica ni en la forma de la explicación, tampoco en la forma en que se relacionan.

El punto central de esta noción de la comprensión yace en el papel que tiene la teoría científica para la explicación de un fenómeno. La teoría científica es el elemento que no debe faltar para que eventualmente podamos comprender un fenómeno por medio de una explicación. Según de Regt y Dieks, todas las explicaciones científicas apelan a una teoría científica. La mayor virtud que De Regt y Dieks defienden de su criterio es la universalidad del mismo. Sin embargo, no es posible, desde la concepción de estos autores, concebir a la comprensión, y para el caso, a la explicación, sin una naturaleza pragmática. Hempel no estableció en ninguno de sus textos la manera en que las leyes pertinentes eran seleccionadas para explicar un fenómeno. No analizó problemas que surgirían ante distintos casos hipotéticos o históricos en los que un sujeto tuviera que seleccionar una ley o un

conjunto de leyes, de entre varias disponibles, para explicar un fenómeno. Podemos pensar que de haberlo hecho habría expuesto el carácter pragmático de la explicación.

Otra de las virtudes de establecer la comprensión como criterio universal de la explicación es que toma en cuenta para el análisis, la diversidad de los modelos, y la objetividad en la elección de alguno de éstos para construir y evaluar la explicación de un fenómeno dado. A lo largo de este trabajo se ha presentado la idea de que los modelos de explicación se construyen sobre la observación de casos de explicaciones realizadas para cierta clase de fenómenos; método inaugurado por Hempel. A través de esta observación de casos, un autor que postula un modelo, deduce las características que según él, las explicaciones deben satisfacer.

Recordemos que el modelo mecanicista de Machamer et al., se construyó sobre la observación de teorías biológicas como el caso de la síntesis de proteínas; así también el modelo teleológico pretende dar cuenta de los modelos teóricos de la biología que clasifican sus objetos en términos de funcionalidad; también se presentó cómo el modelo causal/mecanicista difiere de los modelos hempelianos porque el primero se construye de acuerdo a las teorías probabilísticas de la mecánica cuántica; por último, el modelo de Hempel quedó restringido al área de la física clásica en razón de que de ella, fueron los casos que Hempel examinó para construir su modelo N-D. La conclusión que sale a flote, y que después se hace explícita, es que existe una relación entre los modelos de explicación y las teorías científicas. Sobre esta conclusión De Regt y Dieks formulan su criterio. Ellos afirman que la teoría y la explicación se relacionan adecuadamente con el uso de una estrategia común. De alguna manera, los modelos se construyen de acuerdo con la

naturaleza de la estrategia de la teoría científica. La teoría de estos dos autores en ese sentido no se aleja tanto de la propuesta de Hempel quien daba toda la importancia a las leyes de la ciencia. Las leyes en efecto hacen científica una explicación, pero no es el único modo. Si se considera que las leyes son producto de las teorías científicas, en un sentido, apelar a una teoría implica apelar a las leyes en ciertos casos.

Finalmente, una definición general de la explicación se puede construir sobre la teoría de De Regt: la explicación científica es una herramienta conceptual que nos proporciona comprensión científica de un fenómeno. Aunque el trabajo ha sido extenso, la aportación que se pretende dar a las discusiones sobre la explicación científica es en realidad muy pequeña. Implica un cambio muy sencillo en la noción hempeliana de la explicación. El mayor problema que tiene la propuesta de Hempel es que descansa totalmente en el uso de leyes y relaciones lógicas entre los enunciados de la explicación, por lo que extender esta descripción a todas las explicaciones de los fenómenos fuera del área de la física clásica es demasiado. Lo que propongo fundamentalmente a través de este trabajo, y basándome en la teoría de De Regt, es que podemos reformular esta condición hempeliana para establecer en su lugar que: podemos reconocer una explicación científica si ésta apela a una teoría científica. No es un gran cambio porque no modifica en nada los requerimientos que Hempel estipuló para su modelo, ni ningún otro requerimiento de algún otro modelo, sólo implica dar un paso atrás para ampliar la visión y observar que existe una multiplicidad de tipos de explicación científica.

## Referencias

- Aronson, Jerrold L. (1969). Explanations Without Laws. *The Journal of Philosophy*, Vol. 66, No. 17. (Sep. 4, 1969), pp. 541-557.
- Barbol, 2004. Gravitación Newtoniana.  
<http://www.lawebdefisica.com/apuntsfis/gravi/gravi.pdf.zip>
- Benjamin, A. Cornelius, (1941). Modes of Scientific Explanation. *Philosophy of Science*, Vol. 8, No. 4. (Oct., 1941), pp. 486-492.
- Carnap, R. (1938) Logical foundations of the unity of science. Richard Boyd (ed.), Philip Gasper (ed.) and J. D. Trout (ed.) *The philosophy of science*, 393-404, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Carnap, R. (1950). Logical Foundations of Probability. University of Chicago Press. Chicago.
- Cartwright, N. (1980). Do the laws of physics state the facts? En “Philosophy of science, the central issues.” Ed. Martin Curd y J. A. Cover. Publicado por W. W. Norton & Company, 1998.
- Cupples, Brian (1980). Four Types of Explanation. *Philosophy of Science*, Vol. 47, No. 4. (Diciembre, 1980), pp. 626-629.
- Duhem, Pierre. (1906) The aim and structure of Physical Theory. Princeton, Science Library, 1991.
- De Regt, Henk W. (2004). Discussion Note: Making sense of understanding. *Philosophy of science*. Vol.71, No. 1, January 2004. Pp. 99-109.

- De Regt, Henk W.; Dieks, Dennis. (2005). A contextual approach to scientific understanding. Synthese (2005)144: 137-170. Springer.
- De Regt, Henk W. (2006). Wesley Salmon's complementarity thesis: Causalism and Unificationism reconciled? International studies in the philosophy of science. Vol. 20. No.2, July 2006, pp. 129-147.
- De Robertis-Hib (1998). Fundamentos de Biología Celular y Molecular. El Ateneo. Buenos Aires.
- Fetzer, James H., (1992). What's Wrong with Salmon's History: The Third Decade. Philosophy of Science, Vol. 59, No. 2. (Jun., 1992). Pp. 246-262.
- Friedman, M. (1974) Explanation and scientific understanding. The Journal of philosophy. Volume LXXI, Number 1. January 17. The journal of philosophy, Inc.
- Glennan, S. (1996). Mechanisms and the Nature of Causation. Erkenntnis 44: 49-71. Kluwer Academic Publishers. Países Bajos.
- Glennan, S. (2002) Rethinking Mechanistic Explanation Philosophy of Science, Vol. 69, No. 3, Supplement: Proceedings of the 2000 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. Part II: Symposia Papers, (Sep., 2002), pp. S342-S353. The University of Chicago Press on behalf of the Philosophy of Science Association.
- Goodman, Nelson (1947). The problem of counterfactual conditionals. The Journal of Philosophy, 44 (1947) Pp. 113-128.
- Hempel, C. G. y Oppenheim, P. (1948) Studies in the logic of explanation. En "Theories of explanation." Ed. Por Pitt, C. Joseph. Oxford University Press. 1988, New York.

- Hempel, Carl G. (1962a). Deductive-nomological vs. statistical explanation. En “Scientific explanation, space, and time.” Minnesota studies in the philosophy of science. Vol. III. Eds. H. Feigl & G. Maxwell. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Hempel, Carl G. (1962b) Two basic types of scientific explanation. En “Philosophy of science, the central issues.” Ed. Martin Curd y J. A. Cover. Publicado por W. W. Norton & Company, 1998.
- Hempel, Carl G. (1965). Aspects of scientific explanantion and other essays in the philosophy of science. The free Press. U. S. A.
- Kitcher, P. (1981) Explanatory unification. Philosophy of science. Vol.48, No.4, Dec. 1981. Pp. 507-531.
- Mayr, Ernst (1982). The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance. Cambridge: Belknap Press.
- Mayr Ernst. (2004) Science and Sciences. En “What makes biology unique?” Cambridge University, pp. 11- 38.
- Machamer, P.; Darden, L.; Craver, C. F., (2000). Thinking about Mechanisms. Philosophy of Science, Vol. 67, No. 1. (Mar., 2000). Pp. 1-25.
- Mitchell, Sandra D.(2000). Dimensions of Scientific Law. Philosophy of Science, Vol. 67, No. 2, (Jun., 2000), pp. 242-265. The University of Chicago Press on behalf of the Philosophy of Science Association.
- Nagel, Ernest, (1961). The structure of science: Problems in the logic of scientific explanation. Harcourt, Brace and World. New York, 1961.
- Nason, A. (1965). Biología. Editorial Limusa. México, 1968.

- Newton-Smith, W. H., (2000). Explanation. En “A Companion to the Philosophy of Science”, ed. W. H. Newton-Smith. Blackwell, Oxford.
- Powers, Jonathan. (1985). Philosophy and the new physics. Methuen. London.
- Railton, P. (1978) A deductive-nomological model of probabilistic explanation. En “Theories of explanation.” Ed. Por Pitt, C. Joseph. Oxford University Press. New York, 1988.
- Roller, José Luis, (2007). La teoría de la explicación causal de Salmon y la mecánica cuántica. Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía. Vol. 39, No. 116 (agosto 2007): 3-35.
- Ruben, David-Hillel. (1990). Arguments laws and explanation. Ed. Martin Curd y J. A. Cover. Publicado por W. W. Norton & Company, 1998.
- Salmon, W. C. (1971). Statistical explanation and causality. Ed. Por Pitt, C. Joseph. Oxford University Press. New York, 1988.
- Salmon, Merrilee H. and Salmon, Wesley C. (1979). Alternative Models of Scientific Explanation. American Anthropologist, New Series, Vol. 81, No. 1, (Mar., 1979), pp. 61-74. Blackwell Publishing on behalf of the American Anthropological Association.
- Salmon, W. C. (1990a) Four decades of scientific explanation. Pittsburgh University Press.
- Salmon, W. C. (1990b). Scientific explanation: causation and unification. Crítica, Revista Hispanoamericana de Filosofía. Vol. XXII, No. 66 (Diciembre 1990): 3-23.
- Scriven, Michael (1962). Explanations, predictions and laws. En “Theories of explanation.” Ed. Por Pitt, C. Joseph, 1988. Oxford University Press. New York.

- Suchting, W. A. (1967). Deductive Explanation and Prediction Revisited. *Philosophy of Science*, Vol. 34, No. 1. (Mar., 1967), pp. 41-52.
- Trout, J. D. (2000). Scientific Explanation and the Sense of Understanding. *Philosophy of Science*, Vol. 69, No. 2 (Jun., 2002), pp. 212-233. The University of Chicago Press on behalf of the Philosophy of Science Association.
- Wichmann, Eyvind, H. Física cuántica. Editorial Reverté. España, 1986.
- Woodfield, A., (2000). Teleological explanation. En “A Companion to the Philosophy of Science”, ed. W. H. Newton-Smith. Blackwell, Oxford.
- Woodward, J. y Hitchcock, C., (2003). Explanatory generalizations, Part I: A counterfactual account. *Noûs* 37:1 (2003). Pp. 1-24. Blackwell Publishing.
- van Fraassen, Bas. C. (1980) La imagen científica. México, 1996. Paidós, UNAM.