

# Índice general

<b>1. Explicación en ciencia</b>	<b>2</b>
1.1. Causas próximas y biología evolutiva . . . . .	2
1.2. Análisis filosóficos de la explicación . . . . .	5
1.3. Relevancia Estadística . . . . .	8
1.4. Retomando la causalidad . . . . .	11
1.4.1. Cosas por resolver y algunas soluciones . . . . .	13
<b>Referencias</b>	<b>17</b>

# Capítulo 1

## Explicación en ciencia

### 1.1. Causas próximas y biología evolutiva

En este capítulo me propongo a hacer un breve repaso de algunos modelos de explicación: el modelo Nomológico-Deductivo de Hempel (ND para abreviar), el modelo de relevancia estadística (SR para abreviar) de Salmon y por último el modelo causal de Woodward. Mi objetivo principal es repasar los problemas que tienen tanto ND y SR, todo esto con miras a presentar el modelo de Woodward como una alternativa que nos permita hacer claro cómo los investigadores explican en ciencias como la biología.

Me interesa particularmente el análisis de lo que se ha denominado inferencias causales. Las inferencias causales son un tipo de argumento en el que a partir de ciertos datos, inferimos que hay una relación causal; o bien utilizamos información causal como parte del argumento para derivar una conclusión. Lo que llamo aquí inferencias causales, abarca ambos. Un ejemplo claro de inferencia causal es el uso de probabilidad para analizar información estadística y obtener como conclusión que hay una relación causal y no una correlación.

En biología ha habido algunos problemas cuando se habla de causalidad. Ernst Mayr (1998) señala que ha habido discusiones acaloradas al momento de hablar de causalidad porque hay una distinción que ignoran las partes del discurso. En primer lugar Mayr distingue dos grandes campos de la biología: biología funcional y biología evolutiva.

La distinción que hace Mayr consiste en señalar que el biólogo funcional trata a su objeto de estudio como un sólo individuo y su método es principalmente la experimentación. El biólogo evolutivo por su parte, trabaja con fenómenos extendidos temporalmente y los organismos son sólo una parte de un fenómeno más grande.

Desde esta distinción, Mayr nos señala que no es lo mismo estudiar la causalidad en ambas áreas: mientras que el biólogo funcional se ocupa de causas próximas, el biólogo evolutivo se ocupa de causas últimas. Con estas distinciones, Mayr afirma que “[...] las causas próximas son las que gobiernan las respuestas de los individuos (y sus órganos) a factores inmediatos del ambiente, mientras que las causas últimas son responsables de la evolución del programa de información del ADN [...]” (p. 86).

Si a todo lo anterior le conjuntamos el hecho de que Mayr está pensando la causalidad a la manera mecanicista, entonces surge un problema al hablar de causas en el área del biólogo evolutivo. Este problema surge porque, al menos como lo describe Mayr, hablar de causalidad (entendido como causas próximas) implica determinismo. Hablar de determinismo a llevado a suponer que hay una dirección de la selección natural. Pero la selección natural no tiene una dirección. Por tanto no hay causalidad en biología evolutiva (al menos no causas próximas).

Sin embargo, el negar que haya causas próximas en biología evolutiva excluye aspectos de la práctica biológica que son intuitivamente relaciones causales. Esto sucede, por ejemplo, cuando hay un cambio en el medio ambiente y los que los organismos tienden a adaptarse. Además, deja de lado toda la nueva literatura que ha explorado la epigenética. Si eliminamos la causalidad del ámbito evolutivo, estos fenómenos tendrían que leerse o bien siendo parte de la biología funcional, o bien sólo como un evento más bien azaroso.

En (Uller y Laland, 2019) encontramos un ejemplo claro de estos problemas. Estudiando a las ballenas asesinas han adaptado su dieta localmente y han desarrollado técnicas de caza particulares. Los estudios muestran que estas diferencias no se deben a variación genética, sino a el aprendizaje social. El aprendizaje social es un caso de causa próxima, tal como lo describe Mayr.

Una estrategia es cambiar el foco de atención, alguien podría sugerir que no es interesante

el hecho de por qué diferentes poblaciones de ballenas han desarrollado distintos métodos de caza por aprendizaje social, sino que la pregunta es por qué las ballenas asesinas adquirieron desarrollar la característica de ser capaces de aprender socialmente. Este nuevo enfoque regresa el análisis histórico y mantiene la distinción de Mayr.

Sin embargo, esta solución tiene problemas. En primer lugar esta solución cambia el tema de la pregunta original. Que era que los diferentes métodos de caza de las ballenas asesinas han llevado a variación entre las distintas poblaciones. Nos interesa saber por qué las diferentes poblaciones tienen estos métodos particulares, no por qué las ballenas tienen la característica de aprendizaje social.

Otro problema es que esta distinción relega el ámbito causal los genes, por lo que el desarrollo de características estaría relegado sólo al ámbito genético. Excluyendo gran parte de la literatura y los resultados que han arrojado ramas de la biología como la biología del desarrollo. Aquí quiero extender un poco poniendo algunos ejemplos.

Para solucionar estos problemas y poder integrar los nuevos resultados, parece necesario dar una interpretación causal, en términos de causas próximas, de los fenómenos biológicos. Una de las premisas de Mayr es que causalidad implica determinismo, esto al asumir que la causalidad es a la manera en que lo describen los mecanicistas clásicos. En esta parte me propongo a negar dicha premisa adoptando al modelo de Woodward como modelo causal. El modelo de Woodward nos permite analizar fenómenos y concluir de este análisis si hay una relación causales entre fenómenos. Otra virtud es que permite que la causalidad no sea determinista y nos dice cómo usando su análisis explicamos fenómenos. Además, me parece claro que el modelo que nos presenta Woodward encaja con la metodología que usan los biólogos al probar hipótesis.

Ante esto quisiera poner algunas restricciones que creo que son de suma importancia si es que queremos que un modelo de explicación esclarezca cómo se procede en ciencia. Un punto importante es tiene que estar relacionado con como de hecho se trabaja y esto en parte depende de que podamos ofrecer evidencia empírica al momento de justificar una hipótesis. Es por esto que debemos asumir compromisos empíricos. Esto no sé si sea necesario.

Como ha habido varios intentos de analizar la explicación en ciencia, algunos de los más famosos se desarrollaron durante el periodo de lo que llamamos “positivismo lógico”. Los positivistas lógicos eran escépticos de la causalidad por influencia del argumento humeano. Esto llevó a excluir a la causalidad como un fenómeno genuinamente empírico, por lo que sus análisis de la explicación no son causales. Sin embargo, parece que la causalidad es un concepto útil al momento de dar explicaciones. Muchas de nuestras explicaciones exitosas consisten en señalar la causa de un fenómeno. En lo que sigue, me dedico a dar un breve repaso por diferentes análisis de la explicación científica. Estos análisis y sus problemas llevaron a muchos filósofos a retomar causalidad para los análisis de la explicación.

## 1.2. Análisis filosóficos de la explicación

De manera cotidiana explicamos por qué suceden fenómenos. Nos interesa saber por qué el agua está fría mientras nos bañamos, por qué la puerta rechina cuando la abro, por qué mi automóvil hace ruidos extraños, etc.

En algunas ocasiones, nos interesa explicar fenómenos más complejos<sup>1</sup>: ¿por qué la capa de ozono tiene orificios?, ¿por qué los seres humanos somos bípedos?, ¿por qué se cumple que la suma de los cuadrados de los lados de un triángulo rectángulo, son iguales al cuadrado de la hipotenusa?<sup>2</sup>, etc.

Intentos de hacer claro el concepto de explicación en ciencia se remontan al menos hasta los empiristas lógicos<sup>3</sup>. Hempel desarrolló –quizás el más famoso– modelo de explicación: el modelo Nomológico Deductivo [ND]. ND hace de una explicación un tipo de argumento deductivo de la siguiente manera: en las premisas debe haber una ley de la naturaleza<sup>4</sup>,

---

<sup>1</sup>Con esto no quiero implicar que las explicaciones de fenómenos más complejos son a su vez más valiosas que las de fenómenos más simples. Tampoco quiero implicar que haya una distinción de tipo entre ambos conjuntos de ejemplos, el problema acerca de si tal diferencia es o bien de grados o bien de tipo no es algo que vaya a discutir en este trabajo.

<sup>2</sup>Con esto no quiero afirmar que las pruebas matemáticas son una forma de explicación. No estoy tomando una posición en este debate, para una noción de explicación en esta área, véase (Lange, 2015).

<sup>3</sup>Esto en la filosofía moderna. Aristóteles también dedico parte de su trabajo en los analíticos posteriores a esclarecer el concepto de explicación (Aristóteles, 2009)

<sup>4</sup>Nagel nos ofreció algunos criterios que debía cumplir una ley de la naturaleza: i) debe que ser un universal irrestricto, es decir, que funcionara en todo momento para una cantidad potencialmente infinita de objetos;

indicamos algunas condiciones iniciales observadas y derivamos el fenómeno a explicar como una consecuencia tanto de la ley como de las condiciones iniciales. Algo que cabe notar de ND es que las leyes que son parte de las premisas deben ser verdaderas, ya que de no serlo, el condicional que tiene como consecuente la conclusión es trivialmente verdadero. De manera que si tenemos un antecedente falso, no es claro cómo explica el fenómeno que nos interesa.

Supongamos, para hacer un ejemplo, que hay una “ley” que nos dice que: para todos los analgésicos y todos los dolores de cabeza, si cualquier sujeto tomara un analgésico, entonces calmará su dolor  $\forall x \forall y \forall z ((Ax \& Dzy \& Tzx) \supset Czy)$ . Supongamos que de hecho yo tengo dolor de cabeza y me tomo un analgésico ( $Aa \& Doc \& Toa$ ). Por tanto se resuelve mi problema de dolor  $Coc$ . En este ejemplo, el hecho de que mi dolor de cabeza desaparezca, depende de la ley establecida y de las condiciones iniciales, que en este caso es el hecho de que yo tengo un dolor de cabeza particular y que me tomo un analgésico. El fenómeno de que cese mi dolor de cabeza se explica a través de la ley, ya que resulta un caso particular. Es decir que esta “cubierto” por la ley.

Cabe resaltar que ND tiene la virtud de rescatar algunas intuiciones que vale la pena señalar: que los científicos explican utilizando leyes, hace de la explicación un argumento y es claro que en las discusiones científicas hay intercambio de argumentos. Si queremos explicar, sólo basta con conseguir un conjunto muy grande de leyes y la deducción nos dará todo lo demás.

Pero aquí ya hay varias preguntas que hacer al respecto de este modelo. Por ejemplo, algunos de los problemas que tuvo este modelo tenían que ver con la noción de ley de la naturaleza. Por ejemplo, no es obvio que todas las ciencias trabajen con leyes. La biología es un caso bastante comentado porque ofrece explicaciones, pero no es claro que lo haga utilizando leyes.

Esta aserción podría ser debatida. Alguien podría decir que las condiciones de Nagel no

---

ii) en su formulación sólo debe haber vocabulario puramente cualitativo, esto con el fin de evitar que se hiciera referencia a objetos en un espacio y tiempo determinados y iii) debe haber algún tipo de relación tal que el antecedente haga necesario el consecuente. Toda esta discusión se puede revisar en el capítulo IV de (Nagel, 2006).

son indicadoras de una ley, y que deberíamos relajar los compromisos<sup>5</sup>. Supongamos, por ejemplo, que rechazamos el criterio de que debe ser un universal irrestricto. Relajando este criterio, podríamos decir que la “ley de segregación”<sup>6</sup> de Mendel es un buen candidato para una ley en biología.

Sin embargo, aún así no sería suficiente para salvar a ND de todos los problemas con que carga. Cartwright defiende que ni siquiera es obvio que las leyes de la física sean verdaderas ni es claro que cumplan con las condiciones que presenta Nagel (Cartwright, 1983): entre ello que sean un universal irrestricto, ya que según Cartwright sólo son verdaderas cuando imponemos las condiciones necesarias para que lo sean. Pero sin lugar a dudas los físicos ofrecen explicaciones.

Aún más que el problema de las leyes, ND tiene otros problemas. Las explicaciones tienen una dirección porque no sirve de nada una explicación circular, de manera que la conclusión pueda explicar a las premisas y viceversa. Un ejemplo famoso que muestra este defecto es el del asta bandera<sup>7</sup>. Entonces ND no sólo tiene el problema de que se necesitan leyes para la explicación, sino que además no respeta la asimetría de la explicación.

En el caso particular de la biología, si aceptamos que esta disciplina explica, entonces o bien hay que encontrar enunciados en la biología que tengan el estatus de ley, o bien desechemos el modelo de Hempel y desarrollamos nuevos modelos que permitan esclarecer cómo obtenemos nuevo conocimiento en biología. Muchos filósofos han desarrollado modelos alternativos y mi interés es explorar cuál es más adecuado para la biología.

---

<sup>5</sup>Este debatiente ficticio tendría qué decirnos cuál criterio debemos relajar o eliminar

<sup>6</sup>Esta ley, a grandes rasgos, nos dice que en un organismo diploide, cada uno de los progenitores tiene la mitad de su código genético almacenado en sus gametos. Por lo que hay un 50 % de probabilidad de encontrar cualquiera de los genes de los progenitores en el código genético del descendiente.

<sup>7</sup>El ejemplo es el siguiente, supongamos que un asta bandera proyecta una sombra de cierta longitud [x]. Si conocemos el largo del asta bandera y sabemos el ángulo del sol, podemos calcular la longitud de la sombra. Por lo que la altura del asta explica la longitud de la sombra. Sin embargo, si sabemos la longitud de la sombra y el ángulo del sol, podemos obtener la altura del asta. Pero es absurdo pensar que el largo de la sombra explica el alto del asta. El alto del asta depende de las intenciones de quién la construyó.

### 1.3. Relevancia Estadística

Kitcher, a mi parecer, expone de manera clara la discusión (Kitcher, 2002). El modelo de explicación pragmático de van Fraassen consiste en armar una tripleta ordenada cuyos elementos son una clase de contraste, el tema de la pregunta, y la relación de relevancia (Fraassen, 1977). Kitcher nos dice que el modelo de van Fraassen es útil para exponer claramente cuál debería ser el objetivo de cualquier modelo de explicación. Exponer este objetivo consiste en decir cuál es la condición de relevancia adecuada<sup>8</sup>.

El modelo de Salmon estaba motivado por resolver algunos problemas de ND. Salmon desarrolla su modelo de explicación basado en la noción de relevancia estadística, además de señalar explícitamente que en su modelo las explicaciones no son argumentos. Salmon desarrolla su modelo como una solución a los problemas que tiene ND y la formulación Inductiva estadística también desarrollada por Hempel. En el modelo de Salmon, no necesita haber un aumento en la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno para explicar por qué ocurre. Además, de acuerdo a cómo formula su modelo, la explicación deductiva es un caso límite (cuando la probabilidad de ocurrencia es igual a 1) de la relación de relevancia estadística. Por lo que es más parsimonioso que el modelo de Hempel (Salmon, 1970).

En la sección 4 de su artículo, Salmon motiva su discusión al tratar de resolver el problema del caso único. Este problema parece funesto para la interpretación frecuentista de la probabilidad (que es la interpretación que Salmon favorece a lo largo de su artículo) y su uso en explicación. Salmon cree que no es así. Para justificar esto, desarrolla un aparato teórico para tratar con dicho problema. Una parte importante de su solución es hacer una distinción entre la clase de referencia y la clase de atributo. La clase de referencia es aquella que nos ayuda a partir el espacio de posibilidades en lo que sospechamos es lo que hace una diferencia en la estadística. La clase de atributo está asignada por la pregunta que hacemos. Por ejemplo, supongamos que queremos explicar porqué hoy hubo una tormenta. La clase de atributo es el conjunto de las tormentas el día de hoy. La clase de referencia puede ser el

---

<sup>8</sup>van Fraassen acepta que su modelo es compatible con los modelos de Salmon y Hempel al momento de evaluar si una respuesta es correcta. Esto sucede porque la relación de relevancia se puede definir de varias maneras (van Fraassen, 1980).



que los barómetros marquen un cierto número o bien la caída en la presión atmosférica en los últimos días. Si al condicionar nuestro evento a una de estas dos clase de referencia, descubrimos que una de ellas hace más probable el que hoy haya llovido, entonces esto explica por qué hoy hubo una tormenta.

Para evitar la vaguedad de la noción intuitiva, esta diferencia está definida en términos probabilísticos de la siguiente manera: si  $P(A|B) \neq P(A|B \& C)$  entonces C hace una diferencia para la ocurrencia del evento A y es gracias a este "hacer una diferencia" que podemos explicar la ocurrencia del evento A a partir de la ocurrencia del evento C.

Este modelo tiene algunos detalles importantes: debemos ser capaces de hacer una "partición homogénea" del evento o fenómeno a explicar. Que sea una partición homogénea significa que dado un objeto  $O$  y un evento  $E$ , debemos ser capaces de seccionar todas las propiedades relevantes de  $O$  con respecto a  $E$ . Esta partición debe ser exhaustiva, es decir, que no falte alguna partición y no podamos agregar nuevas propiedades al conjunto. Además, cada una de estas particiones debe ser mutuamente excluyente (Woodward, 2019).

Para ejemplificar esto, retomemos el caso de mi dolor de cabeza: llamemos "A" al evento en el que disminuye mi dolor de cabeza y llamemos "B" al evento en el que tomo la pastilla. Ahora queremos explicar por qué disminuye mi dolor dado que tomo la pastilla  $P(A|B)$ , esto lo lograremos haciendo una partición homogénea del evento "B". Buenos candidatos para ello son:  $C_1 =$  "no soy alérgico al medicamento que me tomé ",  $C_2 =$  "que la pastilla de hecho sea un analgésico y no una menta", [...],  $C_n =$  "X". Si alguna de estas propiedades modifica la probabilidad en la ocurrencia de "A", entonces tenemos una explicación de "A". En palabras de Galavoti "En esta perspectiva lo que cuenta para la explicación no es la alta probabilidad, como lo requería Hempel, sino estar en posición de afirmar que la distribución de probabilidad asociada con el *explanandum* refleja la información más completa y detallada que tenemos disponible"<sup>9</sup> (Galavotti, 2018).

Este modelo resuelve algunos de los problemas que tenía el modelo de explicación que

---

<sup>9</sup>In this perspective what counts for the sake of explanation is not high probability, as required by Hempel, but being in a position to assert that the probability distribution associated with the explanandum reflects the most complete and detailed information attainable.

desarrolló Hempel: la noción de explicación que desarrolla Salmon no echa mano de leyes y, por tanto, no tiene el problema de distinguir entre leyes y generalizaciones contingentes<sup>10</sup>. Evitar hablar de leyes es más adecuado para usar dicho modelo con aquellas ciencias en las que no es obvio que las haya. Por otro lado tenemos que desechar la intuición de que explicar es ofrecer un argumento (aunque el costo no parece muy alto).

Con todo esto, el modelo aún tiene problemas relacionados con nuestra noción de causa. Salmon reconoce que este método es sensible al problemas de hacer pasar las correlaciones por relaciones de dependencia. Salmon menciona algo acerca de cómo utilizar su método para rastrear relaciones causales, apelando a los estados de baja entropía y a la relación temporal entre el evento a explicar y la clase de referencia. Por ejemplo, si vemos un estado de baja entropía, podemos asumir que este estado es el temporalmente previo. Esto porque no son frecuentes (muy cercano a 0) los estados naturales de baja entropía. Los estados macro se comportan de manera análoga a los estados micro, por lo que la ocurrencia de un evento altamente improbable indica que hay un estado temporalmente previo que lo causó.

Pero aún restan problemas que resolver. Es común el eslogan de “correlación no implica causalidad” y el problema con la teoría de Salmon es que hace que las correlaciones que tienen una causa común sean explicativas o que no seamos capaces de rastrear la causa que explica el fenómeno. Por ejemplo, si mi dolor de cabeza se debe a que no he tomado agua y sin darme cuenta me tomo una pastilla del frasco que es un dulce entonces cuando lo tomé con agua quizás mi dolor disminuya. Que mi dolor disminuya está correlacionado con mi tomar la pastilla, pero no es su causa.

En el caso de causa común, el ejemplo del barómetro es ilustrativo: sabemos que siempre que una tormenta se avecina, hay un cambio en el barómetro. Pero no decimos que el hecho de que haya un cambio en el barómetro causa que una tormenta se avecine, esto tiene que ver con el cambio en la presión atmosférica.

Para tratar de resolver estos problemas, podemos comprometernos con causalidad (que es metafisicamente problemático) o bien desechar el modelo sin más. Woodward tomó la

---

<sup>10</sup>Aunque sí echa mano de generalizaciones estadísticas.

primer estrategia: si algo es explicativo, es porque rastrea las causas de un fenómeno.

Problemas de correlación llevaron no sólo a Woodward, sino también a Salmon a decidir que una noción de causalidad era necesaria si queríamos ofrecer un buen análisis de la explicación<sup>11</sup>. Como nos dice Psillos “Si las relaciones de Relevancia Estadística son explicativas, entonces tienen que capturar las dependencias causales correctas entre el *explanandum* y el *explanans*”<sup>12</sup> (Psillos, 2009, p. 255)

## 1.4. Retomando la causalidad

El paso para asumir causalidad como la condición de relevancia adecuada, ayuda a solventar problemas como el de asimetría. Es claro que el asta explica el largo de la sombra porque el asta causa la sombra y no viceversa. Además, en el caso del barómetro, podemos indicar que hay una causa común al cambio del barómetro y al hecho de que haya una tormenta, esto es, la baja presión atmosférica. Por lo que parece que la causalidad puede ser una clase de relevancia adecuada para resolver estos problemas.

Woodward justamente retoma a la causalidad como un elemento importante en la explicación y desarrolla una teoría acerca de cómo podemos rastrear causas y por qué estas son explicativas. En la postura de Woodward, serán importantes las nociones de “invarianza” e “intervención”. Estas son importantes porque a partir de estas nociones se define una generalización que, a pesar de no ser una ley de la naturaleza, es explicativa.

Si el modelo de Woodward logra hacer lo que se propone, entonces tendremos un modelo de explicación que no apele a leyes y, por tanto, más adecuado para ciencias como la biología. Además, retomando causalidad, evitamos la simetría de la que pecaba el modelo de Hempel y resolvemos los problemas de correlación del modelo de Salmon. Además, es claro que muchas de nuestras explicaciones exitosas (si bien no todas las explicaciones exitosas) son causales.

*Grosso modo* Woodward nos dice que explicar tiene que ver con hacer explícitas las

---

<sup>11</sup>Salmon, por ejemplo, desarrolla un modelo alternativo: su modelo causal-mecánico (Salmon, 1994).

<sup>12</sup>For if the relevant SR [Statistical Relevance] relations are to be explanatory, they have to capture the right causal dependencies between the *explanandum* and the *explanans*

relaciones causales entre dos variables: sean “A” y “B” dos eventos cualquiera, que A explique B significa que hay una relación causal que liga la ocurrencia de A con la ocurrencia de B. Esto es sólo cuando al controlar A, podemos manipular B. Por lo que las posibles modificaciones que hagamos a A y los cambios que eso produzca en B nos ofrecen una explicación del evento B.

Para asegurar que esta relación es causal, este cambio en B debe estar relacionado sólomente con los cambios en A y no deberíamos poder explicar el cambio en B cambiando a B por sí sola. De manera más esquemática la noción de explicación de Woodward es definir una relación  $R$  tal que  $R\langle A, B \rangle$  esté constreñida por las siguientes características: i) cambios en el valor de B deben estar directamente relacionado con cambios en el valor de A de manera que sin cambios en A, no habría habido cambios en B; ii) mediante  $R$  debemos ser capaces de hacer una “generalización” tal que dicha generalización nos debe decir cómo en los casos invariantes (que son casos en los que bajo ciertas restricciones si ocurre A, entonces ocurre B); iii) A hace un cambio en B y el cambio en B no debe darse por cualquier otra ruta; iv) No hay causas diferentes a A que cambien a B (ya sea una causa común o alguna otra razón) todo debe estar acotado de acuerdo a i-iv (Woodward, 2000, p. 201). Todo esto constituye la noción de intervención. Si diseñamos una manera en la que podamos intervenir en A, y dicha intervención cumple las características i-iv, entonces tenemos una explicación de la ocurrencia de B.

Por ejemplo, supongamos que una nueva píldora minimiza los dolores de cabeza. Esta píldora actúa disminuyendo la sensibilidad de dolor en todo el cuerpo, entonces si la tomara, disminuirá mi dolor. El cambio en el dolor de cabeza debe estar directamente relacionado con la toma de la píldora y no con que, por ejemplo, haya tenido un accidente que cercenó mi cabeza (algo que seguramente habría eliminado mi dolor). También tiene que ver con el posible evento en el que si no me hubiera tomado la píldora, entonces no hubiera disminuido mi dolor de cabeza.

Cabe aclarar que dichas intervenciones deben ser posibles. Por ejemplo puedo preguntarme qué pasaría en el caso en el que no me tomara la píldora. Si realmente es la píldora

lo que hace que cese mi dolor de cabeza, entonces me seguirá doliendo en el caso en el que no me la tome. Puedo preguntarme también qué pasaría en caso de que el componente de la píldora fuese diferente al que de hecho es.

Puedo preguntarme porqué un cuervo es negro, y puedo preguntarme qué debería cambiar para que el cuervo tuviera un color diferente. Pero sería absurdo preguntarme qué pasaría si en lugar de ser “este” cuervo fuera un cardenal. En este último caso no hay una manera clara de moldear a este cuervo para hacerlo un cardenal. Por lo que ésta pregunta queda excluida por la cláusula de posibilidad.

Con respecto a la noción de invarianza, Woodward nos dice que cualquier generalización que describa una relación entre dos o más variables es invariante si se sostiene aún cuando se modifican otras condiciones. Esta noción de invarianza es lo que permite hacer generalizaciones de la relación entre dos variables. Porque si hay una relación causal entre A y B y dicha relación se sostiene aún cuando otras variables se modifican, entonces podemos decir que para cualquier A y B habrá la misma relación causal. Cuando esto se cumple, tenemos un indicio de que es posible manipular y controlar la variable independiente para ver qué cambios hay en la variable dependiente<sup>13</sup>(Woodward, 2000).

Sin duda el modelo de Woodward tiene muchas virtudes. Primero tiene una aplicación clara para las ciencias especiales ya que no parte de la noción de ley, sino que construye generalizaciones como “invarianza bajo intervenciones”. Woodward resuelve los problemas que tenía el modelo de Salmon al poner más restricciones en lo que deberíamos hacer cuando buscamos relaciones de dependencia causal. Otra virtud es que la noción de intervención encaja con el hecho de que en las investigaciones se llevan a cabo experimentos y que es a partir de ello que obtenemos información que indica si hay o no una relación entre variables.

### 1.4.1. Cosas por resolver y algunas soluciones

Hasta aquí he dado un repaso muy breve de tres modelos de explicación. Empezamos por el modelo Nomológico-Deductivo de Hempel y discutí los problemas más famosos que se le han

---

<sup>13</sup>Woodward menciona que estas intervenciones no implican que haya un ser humano realizándolas, sino que sólo son posibles intervenciones.

detectado. Me centré en el problema de las leyes porque en ciencias especiales no es claro que ciertos enunciados cumplan los criterios para ser una ley de la naturaleza (al menos no cumplen el conjunto de criterios de Nagel). Después expuse el modelo de Salmon y mencioné algunos de los problemas. Algo importante que hay que señalar del primer modelo de Salmon es que el método mediante el que explicamos un fenómeno es, en parte, defectuoso: porque puede haber casos donde tomamos por cierta una explicación, pero al final descubrimos que hay una causa común (como el caso del barómetro), por tanto no tendríamos una explicación.

El modelo de Woodward resuelve el problema de ND porque no necesita que haya leyes para ofrecer una explicación. Además resuelve los problemas del modelo de Salmon ya que evita casos de de causa común al ser tan astringente en las condiciones de lo que cuenta como una intervención. Por lo que hasta ahora parece ser una buena opción para hacer claro cómo las ciencias especiales explican.

Hasta ahora parece que hemos encontrado la panacea. Pero el modelo de Woodward aún tiene problemas que necesitamos resolver para que sea más convincente. En primer lugar, esta noción de explicación depende fuertemente de contrafácticos. Woodward nos dice que una parte importante de la explicación es poder responder a preguntas contrafácticas, pensando en el caso en el que intervenimos en uno de los valores (si me tomo la píldora) para analizar que pasa con el otro valor (mi dolor de cabeza).

¿Qué son los enunciados contrafácticos? Un enunciado contrafáctico es un enunciado condicional en el que el antecedente se presenta contrario a los hechos. Por ejemplo “si yo me tirara de un séptimo piso, seguro moriría”<sup>14</sup>. Ahora bien, ¿qué hace verdadero a este condicional? Según la teoría de Lewis, este condicional es verdadero si en los mundos posibles suficientemente parecidos a este, mi doble-lewisiano se tira de un séptimo piso y se muere.

Esto es problemático porque el trato semántico de los contrafácticos depende de los mundos posibles. Siendo el de Lewis el trato más famoso de los contrafácticos (1973), el trato semántico de estos condicionales en depende de aceptar el realismo modal. El realismo modal es, a grandes rasgos, la tesis de que existen los mundos posible a los que nos referimos.

---

<sup>14</sup>Esto debe leerse como un condicional necesario  $\Box \rightarrow$ . Es decir que en todos los mundos a los que tenemos acceso en los que está el antecedente, también está el consecuente.

Esto es, existen de la misma manera en la que existe el mundo en el que estamos nosotros, pero están causalmente aislados de nuestro mundo.

Sin embargo, uno de los objetivos era no asumir compromisos ontológicos que no tienen un vínculo claro con la evidencia. Lo que hace que esta semántica de los contrafácticos no cumpla el requisito. Woodward tiene un capítulo dedicado a los contrafácticos (Woodward, 2003, cap. 5). Aquí Woodward nos dice que los contrafácticos relevantes para la explicación son aquellos que tienen una interpretación intervencionista. De esta manera podemos responder a preguntas del tipo “¿qué si las cosas hubieran sido diferentes?” como en el ejemplo de la píldora y mi dolor.

Sin embargo, no queda claro exactamente cuál sería la semántica de oraciones contrafácticas, que son una parte importante del análisis causal de Woodward. ¿Cómo sabemos que es verdad el condicional “si me hubiera tirado de un séptimo piso, entonces hubiera muerto”? Una manera de hacer esto y no comprometer el significado de los contrafácticos a mundos posibles, es hacer verdadero el condicional en nuestro mundo actual. Esto de hacerlo verdadero no significa que de hecho me tire del séptimo piso, sino analizar la información que hay disponible acerca de caídas a esa altura y contar el porcentaje de personas que mueren. En algunos casos, analizar el contrafáctico consistirá en diseñar un experimento en el cual podamos intervenir para modificar los valores.

En primer lugar, debido a la definición de intervención, el hecho de ser capaces de replicar el experimento, nos da un modelo distinto en el que fijamos las condiciones y sólo modificamos la variable que nos interesa explicar. La teoría de Lewis, a diferencia de la de Kripke, no requiere identidad estricta a través de mundo, los dobles lewisianos son objetos lo suficientemente parecidos sin ser idénticos a los del mundo actual. Entonces replicar un experimento en donde intervenimos la misma variable es una semántica para los contrafácticos.

Es importante aclarar la semántica de los contrafácticos porque es central para la teoría de la explicación que presenta Woodward. La explicación consiste en decir qué causa que un evento ocurra. Pensar en una manera de intervenir en la variable que sospechamos es la culpable, y preguntarnos qué pasaría en este caso; y si en este caso en el que modificamos la

variable que sospechamos el la culpable y ocurre el evento que estamos estudiando, entonces tenemos una explicación de dicho evento. En este caso no serían mundos posibles sino modelos posibles.

Sin embargo, con esta restricción perdemos las explicaciones causales de fenómenos singulares. Las perdemos porque fenómenos irrepetibles como la transición de la vida a la tierra o la revolución mexicana, no son experimentalmente repetibles y la evidencia disponible para derivar conclusiones (por ejemplo, viendo qué paso en otras revoluciones del mundo), es vaga. No es lo mismo que hacer un diseño experimental que podamos repetir en condiciones parecidas. Perdemos expresividad, pero ganamos una semántica más clara que además encaja con cómo se trabaja en ciencias.

Aquí quiero hablar de dos problemas extras el de sobre-determinación y el problema de validez externa.

Por último hay que decir algo sobre las leyes. En el modelo de Woodward, las leyes no son necesarias para explicar. En (Woodward, 2000) Woodward menciona que la explicación tiene que estar estrechamente relacionada al cambio. Es decir que si algo es explicativo, entonces nos dice algo sobre el cambio. Hay leyes que no están relacionadas al cambio, por tanto las leyes no son explicativas. Más aún, algunas generalizaciones explicativas(relacionadas al cambio) no son leyes. Por tanto, las leyes no son suficientes ni necesarias para la explicación. Sin embargo, en una publicación posterior (2003) Woodward nos dice que hay sin duda algunas leyes que explican y que bien ND y su modelo intervencionista pueden convivir: algunas ocasiones será más útil un modelo que otro.

En primer lugar, lo que dice acerca de la relación al cambio, asume la cuestión. Parte central del argumento de Woodward es justamente presentarnos cómo el cambio y la intervención son explicativos. En el siguiente capítulo me dispongo a argumentar en favor de una teoría antirrealista acerca de las leyes de la naturaleza.



# Referencias

- Aristóteles. (2009). *Posterior analytics, book 1*. Descargado de <http://classics.mit.edu/Aristotle/posterior.1.i.html>
- Cartwright, N. (1983). *How the laws of physics lie*. Oxford University Press.
- Fraassen, B. C. V. (1977). The pragmatics of explanation. *American Philosophical Quarterly*, 14(2), 143–150. Descargado de <http://www.jstor.org/stable/20009661>
- Galavotti, M. C. (2018). Wesley salmon. En E. N. Zalta (Ed.), *The stanford encyclopedia of philosophy* (Fall 2018 ed.). Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/wesley-salmon/>.
- Kitcher, P. (2002). Explanatory unification and the causal structure of the world. En Y. B. A. Rosenberg (Ed.), *Philosophy of science: Contemporary readings* (p. 71-91). Routledge.
- Lange, M. (2015, junio). Depth and Explanation in Mathematics†. *Philosophia Mathematica*, 23(2), 196–214. Descargado 2020-12-14TZ, de <https://doi.org/10.1093/philmat/nku022> doi: 10.1093/philmat/nku022
- Lewis, D. (1973). *Counterfactuals*. Blackwell.
- Mayr, E. (1998). Causa y efecto en biología. En A. Barahona y S. Martínez (Eds.), *Historia y explicación en biología* (p. 82-95).
- Nagel, E. (2006). *La estructura de la ciencia* (1.<sup>a</sup> ed.). Barcelona: Paidós.
- Psillos, S. (2009). *Causation and explanation* (1.<sup>a</sup> ed.). Acumen Publishing.
- Salmon, W. (1970). Statistical explanation. En *The nature and function of scientific theories*.
- Salmon, W. (1994). Causality without counterfactuals. *Philosophy of Science*.
- Uller, T., y Laland, K. (2019). Evolutionary causation. En T. Uller y K. Laland (Eds.), *Evolutionary causation: Biological and philosophical reflections*.
- van Fraassen, B. (1980). *The scientific image*. Oxford University Press.
- Woodward, J. (2000). Explanation and invariance in the special sciences. *British Journal for the Philosophy of Science*, 51(2), 197–254. doi: 10.1093/bjps/51.2.197
- Woodward, J. (2003). *Making things happen: A theory of causal explanation*. Oxford University Press.
- Woodward, J. (2019). Scientific explanation. En E. N. Zalta (Ed.), *The stanford encyclopedia of philosophy* (Winter 2019 ed.). Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/scientific-explanation/>.