

## V. LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

### 5 - 1. La Filosofía de la Ciencia

La filosofía de la ciencia es una parte de una amplia gama de subdisciplinas conocidas como filosofías de X (donde X puede ser considerada arte, historia, leyes, literatura, o diversos tipos de ciencia, como la Física). Cada una de las actividades para las cuales hay cierta “filosofía de X” es una investigación de una cierta parte del mundo o de una actividad humana particular. En esta sección, hablaremos de manera muy general acerca de lo que distingue a una filosofía de X de la sociología, historia o psicología de X. Estos enfoques de las ciencias no pueden ser delimitados con nitidez, aunque muchos han considerado que eso es posible. Sin embargo, existen claras diferencias de énfasis y métodos de investigación entre esos enfoques que podríamos reseñar aquí de manera preliminar.

Tratemos de caracterizar los énfasis particulares de varios enfoques para estudiar ciencia:

- Sociología de la Ciencia. Ella estudia de qué manera los científicos interactúan como grupos sociales para resolver, entre otras cosas, diferencias de opinión, como se involucran en la investigación y como ellos determinan cuáles de las muchas teorías y programas de investigación valen la pena de ahondar.
- Psicología de la ciencia. La Psicología de la Ciencia estudia cómo los científicos razonan, o sea los procesos de pensamientos que los científicos siguen cuando juzgan los méritos de ciertas clases de especulaciones teóricas, como razonan acerca de los datos, experimentos, teorías y las relaciones entre ellas y cómo ellos arriban a nuevas teorías o procedimientos experimentales.

- Historia de la Ciencia. La Historia de la Ciencia estudia cómo los científicos se han comprometido con diversas actividades en el pasado, por ejemplo, la interacciones sociales entre los científicos (y entre los científicos y la gran masa social) y cómo la manera de razonar de los científicos ha variado con el transcurso de los siglos, y cómo los logros científicos particulares fueron siendo aceptados, tanto por científicos individuales como por la comunidad científica en su conjunto.

En cada uno de estos casos, los datos mediante los cuales se enfoca el estudio de la ciencia, están basados sobre algo empírico u observacional. El tema es cómo los científicos interactúan como grupo social, cómo razonan o cómo la manera científica de razonar o las teorías han cambiado a lo largo del tiempo. Para poder estudiar las disputas a raíz de las diversas metodologías se requiere un compromiso en la actividad científica misma. Se deben recoger evidencias de las propias opiniones o desarrollar un criterio propio acerca de los enfoques históricos, interpretar la naturaleza de la actividad científica o las causas de las revoluciones científicas.

¿Qué es la filosofía de la ciencia? ¿En que difiere de otras aproximaciones para estudiar ciencia? Esta no es una pregunta fácil de responder. Las divergencias entre los filósofos de la ciencia son bastante notorias y aún sobre aspectos fundamentales. Una de las causas es que, a menudo, los filósofos de la ciencia encuentran que muchas de las cosas que estudian los sociólogos, psicólogos e historiadores de la ciencia son relevantes para sus propios estudios. Por supuesto que el grado en el cual los filósofos de la ciencia están interesados en los logros de otras disciplinas varía enormemente entre los individuos. Por ejemplo, algunos filósofos de la ciencia se han interesado más en la historia de la ciencia y la han considerado más relevante para sus propios desarrollos que otros. Sin embargo, hay algunas tendencias, — ninguna de ellas completamente universal — que servirían para marcar una diferencia entre filósofos de la ciencia por un lado y sociólogos, psicólogos e historiadores de la ciencia por el otro.

La primera diferencia es que la filosofía de la ciencia no es, primariamente, un estudio empírico de la ciencia, si bien los estudios empíricos de la ciencia son relevantes para el filósofo de la ciencia. Generalmente, los filósofos de la ciencia no se embarcan en investigación empírica, más allá de estudiar algunos temas vinculados con algunas ramas de la ciencia y su

historia. No obstante, este tipo de estudio es simplemente un prerequisite para hablar con conocimiento acerca de la ciencia en general. Los filósofos se ocupan principalmente en una actividad que ellos llaman “clarificación conceptual” un tipo de análisis crítico de investigación científica. Por ejemplo, un filósofo de la ciencia puede tratar de responder preguntas del siguiente tipo

¿Cuál es la metodología científica y en qué difiere (si lo hace) de los procedimientos que usamos para adquirir el conocimiento en la vida diaria?

¿Cómo podemos interpretar los enunciados de los científicos cuando afirman que, a través de sus investigaciones, han ganado conocimiento sobre la estructura invisible subyacente del mundo?

Parte de lo que atañe a la filosofía de la ciencia, en la medida en que es crítica, es la cuestión de si los métodos que usan los científicos para guiar sus investigaciones son adecuados. En otras palabras, a menudo, los filósofos de la ciencia tratan de buscar la respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuál es la razón para pensar que los procedimientos usados por los científicos son correctos?

En cierto sentido, la filosofía de la ciencia es normativa, en tanto pregunta si los métodos que los científicos usan y las conclusiones a las que arriban son apropiados o justificados. Normalmente, se supone que los métodos y conclusiones son apropiados y justificados, siendo la tarea de los filósofos de la ciencia la de explicar cómo pueden ser apropiados y justificados. Esto abre la posibilidad de revisión: esto es, si un filósofo de la ciencia concluye que es imposible justificar cierta característica de la práctica o la metodología científica, puede llegar a la conclusión de que esta característica debe ser abandonada.

Otro enfoque de la pregunta podría ser: ¿que es lo que distingue a la filosofía de la ciencia de otras disciplinas que estudian las ciencias? Desde Platón, la filosofía se ha ocupado de la pregunta: ¿esencialmente, que clase de cosa particular es? En otras palabras, los filósofos buscan algún tipo de respuesta a preguntas del tipo

Qué es X?

Al formularse preguntas de este tipo, los filósofos buscan entender la naturaleza de X, donde “naturaleza” significa algo que es la esencia o significado de X.

Por todo esto, formularemos la pregunta ¿Qué es una explicación científica? Además, trataremos de encontrar una respuesta a la pregunta ¿“Que es lo que hace correcta a una explicación científica”? Muchas personas toman la noción de explicación como segura, pero como veremos, los filósofos tienen un interés especial en los conceptos que otros toman por seguros. Los filósofos enfatizan la diferencia entre ser capaces de identificar algo como una explicación y ser capaces de expresar mediante términos precisos qué es una explicación, es decir, qué es lo que hace a algo una explicación. Los filósofos tratan de hacer esto último suponiendo que son capaces de hacer lo primero.

Por supuesto, nada de esto tendrá mucho significado hasta que hayamos examinado la filosofía de la ciencia en si misma, es decir, hasta que hayamos empezado a hacer filosofía de la ciencia.

## 5 – 2. La visión inferencial de la explicación científica

Hemos discutido acerca de la filosofía de la ciencia de manera muy abstracta. Dijimos que es difícil separarla completamente de otros estudios de la ciencia, ya que, de algún modo comparte con otras ciencias (sociología, historia, psicología, así como las ciencias en sí) sus datos y conclusiones. Lo que distingue a la filosofía de la ciencia de otros estudios de la ciencia es que toma un enfoque crítico y evaluativo, por ejemplo, se ocupa de explicar porqué ciertos métodos de análisis de datos son apropiados. También enfatiza en el análisis conceptual — por ejemplo explicando lo que es una “explicación” o, en otras palabras, que significa cuando decimos que una cosa explica a otra. (A menudo los filósofos discuten el significado de muchos términos cuyos significados otras personas dan por sentado). Comenzaremos por examinar la noción de explicación.

## 5 – 3. La diferencia entre explicación y descripción

Es un lugar común decir que el objeto de la ciencia no es sólo describir regularidades en la observación de las cosas que nos rodean — lo que es a menudo llamado observables o fenómenos empíricos — sino que también lo es explicar esos fenómenos. Por ejemplo, hay un fenómeno de “viraje hacia el rojo” en el espectro de las estrellas y galaxias distantes. Los principios físicos que están detrás de es “viraje al rojo” se explican, a menudo, por analogía con el efecto Doppler, que corresponde al sonido: Cuando un objeto que emite ondas sonoras se aleja de nosotros percibimos un sonido como correspondiendo a ondas de longitudes de onda mayores. (También hay una derivación de la teoría general de la relatividad que vincula el “viraje hacia el rojo” con la gravitación). En 1917 el astrónomo holandés Willem de Sitter predijo que debería haber una relación entre la distancia de las galaxias lejanas y el viraje al rojo” aunque su predicción no fue unánimemente aceptada hasta 1929 en que el astrónomo estadounidense Ewin Powell Hubble constató que las galaxias lejanas se están alejando de nuestro sistema solar.

Otro ejemplo: hay una reversión periódica en la trayectoria aparente de Marte. Esto puede ser predicho de manera puramente matemática, basándose en observaciones pasadas, pero las predicciones no explican por qué la reversión ocurre. Lo que se necesita es una teoría del sistema solar que detalle cómo el movimiento real de los planetas produce el movimiento aparente que nosotros observamos.

Otro ejemplo fue expresado por Carl Gustav Hempel, cuando introducimos un termómetro en un líquido caliente el aumento del nivel del mercurio en su interior es precedido por una baja inicial de ese nivel.

#### 5 – 4. Tres maneras de abordar el concepto de explicación

Un filósofo de la ciencia se pregunta: ¿Cuál es la diferencia entre describir un fenómeno y explicarlo? Además, ¿que es lo que hace que algo sea una explicación adecuada? Se han propuesto tres respuestas básicas a esta cuestión

1) Opinión inferencial (Hempel). Una explicación es un tipo de argumento en el que las premisas contienen enunciados que expresan leyes de la naturaleza y la conclusión contiene el fenómeno a ser expli-

cado. En las premisas pueden encontrarse enunciados que describan condiciones antecedentes.

2) Opinión Causal (Salmon, Lewis). Una explicación es una descripción de las diversas causas del fenómeno: explicar es dar información sobre la historia causal que lleva al fenómeno.

3) Opinión pragmática (van Fraassen). Una explicación es un cuerpo de información que implica que el fenómeno es más probable que sus alternativas, donde la información es de la clase considerada “relevante” en ese contexto, y las clases de alternativas al fenómeno están fijadas por ese contexto.

#### 5 – 5. La teoría inferencial de la explicación

La postura de Hempel ha recibido otros nombres, como “la concepción heredada de la explicación” (reflejando que los filósofos de la ciencia estuvieron de acuerdo con ella hasta principios de la década de 1960), “el modelo nomológico deductivo de explicación” (conjuntamente con sus variantes probabilísticas llamadas modelos de explicación estadístico-inductivo y estadístico-deductivo)

El trabajo original, publicado por Hempel y Paul Oppenheim en 1948, analizaba lo que se conocería como modelo nomológico-deductivo de la explicación. Ellos consideraron que existen modelos de explicación de ciertos tipos y trataron de generalizar esos modelos. Como ya hemos mencionado, entendieron la explicación como una clase de argumento, es decir, un conjunto de premisas (enunciados) que colectivamente implican una conclusión. Consideraron que la inferencia argumental es deductiva — es decir, argumentos tales que si las premisas son verdaderas la conclusión debe ser también verdadera. Por ejemplo:

*Todos los humanos son mortales*

*Sócrates es humano*

*Sócrates es mortal*

Dado que no todo argumento deductivo es una explicación ¿Cómo poder distinguir aquellos que constituyen una explicación de los que no los son?

Para encarar esta tarea, Hempel y Oppenheim describieron sus “*Condiciones generales de adecuación*”

las que definen cuándo un argumento deductivo reúne los requisitos para ser considerado una explicación adecuada.

Una explicación debe

(a) ser un argumento deductivo válido (de aquí el rasgo “deductivo”)

(b) Contener como premisa, esencialmente, al menos una ley general de la naturaleza (de aquí el rasgo “nomológico”)

(c) Tener contenido empírico (es decir, debe ser lógicamente posible contradecirlo mediante un enunciado observacional)

Para completar las condiciones de adecuación, Hempel y Oppenheim agregaron una cuarta condición “empírica”

Las premisas (enunciados en el llamado *explanans*) deben ser todas verdaderas

En la visión inferencial, las explicaciones tienen la siguiente estructura (donde las condiciones antecedentes y las leyes de la naturaleza constituyen el *explanans*).

$C_1, \dots, C_n$  [condiciones antecedentes (opcionales)]

$L_1, \dots, L_n$  [leyes de la naturaleza]

Por lo tanto  $E$  [explanandum]

Más adelante analizaremos algunas variantes estadísticas de este modelo que resultan de aceptar la validez de leyes estadísticas aplicables al comportamiento de la naturaleza con lo que resultará que la inferencia sea inductiva.

## 5 – 6. Leyes de la Naturaleza

Dado que el análisis de Hempel y Oppenheim está formulado en términos de leyes de la naturaleza, es importante establecer que es lo que ellos consideraron como “leyes de la naturaleza”. Hempel y Oppenheim asignaron este término a enunciados similares a los de una ley física que se consideran verdaderos. Esto significa que una ley es una entidad lingüística, que debe

distinguirse por sus características lingüísticas particulares. En ese sentido, postularon que las leyes naturales deben distinguirse de otros enunciados debido a que son (1) universales, (2) tienen alcance ilimitado, (3) no contienen designaciones de objetos particulares y (4) sus predicados sólo son “puramente cualitativos”.

El problema que enfrentaron estos autores es distinguir leyes de generalizaciones accidentales, esto es, verdades generales que *suelen* ser ciertas, si bien no son *siempre* ciertas como lo que correspondería a una ley física. Por ejemplo, supongamos que todas las manzanas que siempre he tenido en mi heladera son verdes. Luego, la siguiente es una generalización verdadera: “todas las manzanas que estuvieron o están en mi heladera son verdes”. Sin embargo, no consideramos que este enunciado sea una ley de la naturaleza. Un motivo puede ser que esta afirmación se aplica solamente a un objeto del Universo, mi heladera. Por el contrario, las leyes de la naturaleza se refieren a una diversidad de clases de objetos (o fenómenos)<sup>1</sup>. Esta es la razón por la que Hempel y Oppenheim incluyeron el requerimiento de que, para ser una ley de la naturaleza, un enunciado no debe designar ningún objeto particular.

Sin embargo, uno podría plantear un enunciado que no designe a ningún objeto en particular y, no obstante ello, dicha afirmación no sería una ley natural. Por ejemplo:

*Ninguna esfera de oro tiene una masa mayor a 100.000 kg.*

que, obviamente, no es una ley natural.

Una de las razones por las que las afirmaciones acerca de las manzanas verdes o las esferas de oro pueden no ser leyes de la naturaleza — y que no han sido adecuadamente consideradas por Hempel y Oppenheim al analizar las “leyes de la Naturaleza” — es que ellas no soportan inferencias a afirmaciones contrafácticas<sup>2</sup>. Por ejemplo, no se puede inferir del hecho

<sup>1</sup> Considérese el caso de la afirmación “Todos los gases que absorben calor a presión constante, se expanden.

<sup>2</sup> Los enunciados contrafácticos son condicionales referidos a situaciones que sabemos que no han ocurrido. Por ejemplo, si sabemos que ayer no llovió, podríamos hacer alguna afirmación acerca de lo que podría haber ocurrido si ayer hubiese llovido “Si ayer hubiese llovido, habría venido en automóvil en vez de en ómnibus”

que todas las manzanas que han estado en mi heladera son verdes el hecho de que si hubiese puesto en ella una manzana roja se hubiese vuelto verde. En cambio, las leyes naturales soportan las inferencias contrafácticas. De la característica que tienen todos los gases de expandirse cuando se los calienta a presión constante, podríamos inferir que si se calienta una cantidad de gas que encuentra en un recinto adecuado para mantener constante la presión interior, el gas se expandirá. En cambio si dispusiéramos de suficiente cantidad de oro (de hecho hay mucho más en el mundo) podríamos hacer una esfera de masa superior a los 100.000 kg.

### 5 – 7. Contraejemplos a la teoría inferencial de la explicación científica. Asimetría e irrelevancia.

Ya hemos visto que el análisis de Hempel-Oppenheim tiene las siguientes características:

(a) Es inferencial. Las explicaciones son argumentos: explicar por qué ocurrió  $E$  es proveer información que podría haber sido suficiente para predecir  $E$  antes de su ocurrencia.

(b) Leyes abarcales. (Covering laws, en la notación de Hempel) Las explicaciones se realizan mostrando que  $E$  podría haber sido predicho a partir de las leyes de la naturaleza, conjuntamente con una completa especificación de las condiciones iniciales.

(c) Simetría Explicación-Predicción. Así como la información que aparece en una adecuada explicación de  $E$  (leyes y condiciones antecedentes) podría haber sido usada para predecir  $E$ , toda información que pudiera haber sido usada para predecir  $E$  puede ser usada, después del hecho para explicar por qué ocurrió  $E$ .

(d) La causalidad no cumple un papel esencial. Las leyes de la naturaleza no tienen que describir procesos causales para legitimar explicaciones científicas.

Se han encontrado muchos contraejemplos a los diversos rasgos que presenta este análisis de la explicación científica. Uno de los grupos de contraejemplos muestra que el análisis nomológico-deductivo enfrenta el *problema de la asimetría*. El modelo de explicación cuestionado afirma que explicación y predicción son simétricas, pero parece que no es así, tal como lo muestran los siguientes ejemplos.

(1) El eclipse. A partir de las leyes que gobiernan el movimiento de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra, se puede predecir con gran exactitud la ocurrencia de un eclipse de Sol. Para ello, sólo hay que conocer la configuración inicial de esos tres cuerpos celestes en un determinado instante. Mediante esas mismas leyes y conociendo las posiciones actuales de los tres cuerpos celestes se puede calcular cuando ha ocurrido un eclipse de Sol en el pasado. Pero sólo en el primer caso podemos considerar que ha habido una “explicación” de la ocurrencia del eclipse.

(2) El mástil. A partir de las leyes de la trigonometría y de la propagación rectilínea de la luz en un medio homogéneo e isótropo, podemos predecir la longitud de la sombra de un mástil de cierta altura cuando el Sol está en cierta posición. Podemos también calcular la altura del mástil midiendo la longitud de su sombra cuando el Sol está en cierta posición. Pero sólo el primer caso se considera una explicación.

(3) El barómetro. Usando las leyes de la meteorología, de la formación de tormentas y del efecto de la presión atmosférica sobre el comportamiento de los barómetros, se puede predecir que cuando el registro del barómetro cae por debajo de cierto valor sobrevendrá una tormenta. También se puede predecir que si se aproxima una tormenta, el registro del barómetro descenderá. Sin embargo, ninguno de los dos casos son explicaciones (la tormenta no se produce porque baja el registro del barómetro). Tampoco es una explicación que el registro del barómetro baja porque se avecina una tormenta.

El otro grupo de contraejemplos, muestra que el modelo nomológico-deductivo enfrenta el *problema de la irrelevancia*. A veces, refrenda información como explicatoria que es irrelevante para el explanandum.

(4) La vacuna contra el cáncer de cuello de útero. Ningún hombre que se aplique la vacuna contra el cáncer de cuello de útero contrae esa enfermedad. Juan se ha aplicado esa vacuna. Por lo tanto, podemos inferir lógicamente que no contraerá cáncer de cuello de útero. Esto difícilmente pueda aceptarse como explicación ya que Juan tampoco contraerá cáncer de cuello de útero aunque no se hubiera vacunado.

(5) sales de metales alcalinos. Toda sal de metal alcalino que tenga calor de disolución negativo se disuelve en agua. De aquí podemos inferir que si el sul-

fato de sodio, que es una sal de metal alcalino, se disuelve en agua su calor de disolución es negativo. (En realidad es positivo)

### 5 – 8. El modelo estadístico de la explicación

Una manera similar de justificar la explicación es a través de una inferencia en la que las leyes de las premisas son del tipo estadístico. Así, por ejemplo, las personas que padecen melanoma, tienen alta probabilidad de sufrir metástasis. Supongamos que se ha comprobado que el 90% de las personas a las que se les ha detectado un melanoma contraen un tumor secundario dentro de los 5 años siguientes. Si a Juan se le detectó un melanoma y al cabo de 4 años contrajo cáncer de pulmón el esquema de explicación sería

Juan tuvo un melanoma hace 4 años

La probabilidad de que una persona con melanoma sufra metástasis en un lapso de 5 años es de 0,9

Juan sufrió metástasis

El diagrama genérico de explicación sería el siguiente

$D_1, D_2, \dots, D_n$

$L_1, L_2, \dots, L_n$

\_\_\_\_\_  $p \quad 0 < p \leq 1$

$E$

Notemos que este esquema se asemeja al del modelo nomológico deductivo, ya que menciona condiciones antecedentes, premisas leyes, una inferencia y una conclusión que expresa lo que se desea explicar. La diferencia radica en que, al menos una de las leyes es del tipo estadístico que establece una regularidad en términos probabilísticas y no en términos universales.

Autores como Hempel o Karl Popper han remarcado que esa inferencia que permite saltar de las premisas a la conclusión no es una deducción, en tanto que no garantiza la verdad de la conclusión. Que el 90% de las personas con melanoma sufran metástasis

no quiere decir que, necesariamente, Juan o Pedro sufrirán metástasis. En este tipo de explicación el salto de las premisas a la conclusión es *inductivo*. Esto significa que a partir de las premisas consideradas verdaderas, la probabilidad de que la conclusión sea verdadera es elevada, lo que se cuantifica mediante un número probabilístico.

El enunciado  $E$  que figura en la conclusión es un enunciado singular verdadero, que describe un hecho acontecido (en este caso que el paciente sufrió una metástasis).

Se ha considerado también que la explicación estadística significa inferir que si, por ejemplo, una droga cura con probabilidad 0,9, entonces hubo una probabilidad 0,9 de que un enfermo  $X$  se cure. En esta interpretación lo que se explica no es *por qué el enfermo se curó* sino *por qué la probabilidad de que el enfermo  $X$  se cure es 0,9*. Esta interpretación no es una explicación estadística inductiva. Muy por el contrario es una *explicación nomológica deductiva* ya que mediante alguna *deducción lógica* del Cálculo de Probabilidades se podría inferir que la probabilidad de que el enfermo  $X$  se cure es 0,9.

El modelo estadístico de explicación no exige que sea alta la probabilidad de que se alcance una conclusión a partir de una ley estadística. Por caso, la eficacia de una droga para atacar al VIH puede no ser alta y, sin embargo, disminuir la carga viral de un portador en particular.

El inconveniente mayor que presenta la explicación a partir de leyes estadísticas radica en que, para obtener la conclusión, en muchos casos se deben emplear varias leyes de este tipo. Aún siendo elevadas las probabilidades a las que refiere cada una de ellas, la conjunción de ellas (al resultar en el producto de las mismas) puede dar como resultado una probabilidad muy baja.

Otro de los problemas que afectan a las explicaciones estadísticas es que, muchas veces, las “leyes” estadísticas están fundamentadas sobre correlaciones espurias. Así por ejemplo, se puede establecer que en un determinado período de años, ha habido una tendencia ascendente de salarios públicos y privados y una tendencia general a mayores comodidades de vida. Sobre esta base, se puede establecer una correlación entre los sueldos de las maestras jardineras y el consumo de alcohol y encontrar que los coeficientes de correlación son elevados, digamos 0,90 – 0,95. De

aquí se podría derivar como ley estadística. “Toda vez que a una maestra le aumentan el sueldo consume más alcohol” con  $P = 0,90 - 0,95$ .

### 5 – 9. La explicación parcial

En muchos casos, frente al pedido de explicación de un hecho, no es posible deducir rigurosamente que el mismo se produjo por razones determinadas y entonces recurrimos a razonamientos que emplean la analogía. Así, por ejemplo, en la primera mitad del siglo XIX se independizó la mayoría de las colonias españolas en América. Mediante un análisis comparativo de los sucesos ocurridos en distintas colonias españolas de América, sería posible explicar la Revolución de Mayo deduciéndola de datos históricos previos a la misma, con el agregado de algunas leyes sociológicas, económicas y políticas que permitirían comprender la evolución del proceso ocurrido en el Río de la Plata en 1810. Sería entonces tentador creer que la Revolución de Mayo se puede explicar de manera nomológica —deductiva a partir de esas premisas— datos y premisas - leyes. Sin embargo, esto no es posible. Lo que sí se puede “deducir” de tales datos y leyes es que en algún momento podrían producirse cambios sociopolíticos violentos, pero no podría explicarse por qué hubo un Cabildo Abierto justo el 25 de mayo de 1810. Lo único que podríamos decir — basándonos en leyes sociológicas, políticas y económicas de tipo estadístico — es que un cambio de ese tipo habría de ocurrir en algún momento. Para ello, habríamos recurrido a algún tipo de inferencia probabilística resultante de analizar, no sólo lo que ocurrió en el Río de la Plata sino en otras colonias españolas. De modo que habríamos dado una explicación “estadística” *parcial*. Este tipo de explicación parcial es bastante común en el análisis de eventos históricos, sociológicos o vinculados a hechos prácticos.

Al igual que en la explicación estadística, en la explicación parcial no se cumple el principio de simetría entre explicación y predicción. Si el hecho que se desea explicar, efectivamente se produjo, la explicación es perfectamente posible de efectuar, pero no necesariamente permitiría predecir la ocurrencia de un hecho semejante. De modo que, desde lo estrictamente metodológico, cuando sólo se dispone de explicaciones estadísticas o parciales no es válido adoptar el mismo modelo para realizar predicciones.

### 5 – 10. La teoría causal de la explicación

En la década de 1960, Wesley Salmon, se ocupó en distinguir casos donde la información puede proveer una explicación sustancial de aquellos casos en los que la información disponible sólo establece una mera correlación. Así por ejemplo, tener manchas de nicotina en los dedos está correlacionado positivamente con el cáncer de pulmón, pero no se puede explicar porqué una persona contrajo cáncer de pulmón puntualizando que esa persona tiene los dedos manchados con nicotina. Al distinguir casos como esos, Salmon sostuvo que es imposible usar solamente relaciones estadísticas puramente formales para dar una explicación científica sino que se requiere otro tipo de información para que la explicación sea metodológicamente válida. Para ello propuso que explicar un fenómeno no radica en ofrecer información suficiente para predecir que el suceso ha de ocurrir, sino dar información acerca de las causas de ese fenómeno. En este enfoque, una explicación no es un tipo de argumento que contiene leyes de la naturaleza como premisas, sino un ensamble de información estadística relevante sobre la historia causal del evento.

Salmon estableció dos razones para pensar que lo que se necesita para delimitar a las explicaciones como científicas es la “información causal”.

Las condiciones iniciales dadas en la información explicatoria tienen que preceder temporalmente al explanandum para constituir una explicación de ese explanandum. (La teoría de Hempel no establecía ninguna restricción de este tipo). El ejemplo del eclipse ilustra este hecho: se puede utilizar tanto la información acerca de las posiciones subsecuentes en el pasado del Sol y de la Luna para deducir que en cierto día ocurrió un eclipse, como usar la información acerca de las posiciones actuales del Sol y de la Luna para predecir la ocurrencia de un eclipse en cierto día futuro. El primero es un caso de retrodicción, mientras que el último es un caso de predicción. Este es un caso de simetría de explicación-predicción postulada por Hempel. Pero dado los problemas que genera la asimetría de los argumentos, Salmon sostiene que sólo la deducción que permite predecir un evento futuro cuenta como explicación. Al respecto, remarca que la dirección temporal de la explicación debe coincidir con la dirección temporal de la causación, la cual es progresiva (esto es, que las causas deben preceder temporalmente a sus efectos)

No todas las deducciones de las leyes cuentan como explicaciones. Algunas de las “explicaciones” nomológicas-deductivas no son, en sí mismas, explicaciones. Así, por ejemplo, sostiene que una deducción a partir de la ley general de estado de los gases ideales  $pV = nRT$  y de las condiciones iniciales no constituye una explicación ya que dicha ley sólo establece un conjunto de restricciones que vinculan determinados parámetros de una cierta cantidad de gas ideal (volumen, presión y temperatura) pero no explica porqué esos parámetros están vinculados de esa manera, sino que la existencia de esas restricciones es una cuestión sustantiva que es respondida por la teoría cinética de los gases ideales. Otro ejemplo lo constituye el conocimiento secular de la relación entre las fases de la Luna y la altura de las mareas. La simple descripción de cómo esas dos variables están relacionadas no constituye una explicación. La explicación no fue provista hasta que Newton desarrolló su teoría sobre la gravitación.

Salmon sostuvo que la diferencia entre leyes explicativas y no explicativas radica en que las primeras describen procesos causales mientras que las últimas (como la ley de los gases ideales) sólo describen regularidades empíricas.

La teoría causal de la explicación de Salmon tiene tres características distintivas:

*Relevancia estadística.* El explanans ( $C$ ) aumenta la probabilidad del explanandum ( $E$ ), esto es  $P(E/C) > P(E)$ . Un factor  $F$  es estadísticamente relevante para la ocurrencia de un suceso  $A$  si la probabilidad de que ocurra  $A$  dado que ocurrió  $F$  es distinta de la probabilidad de que ocurra  $A$  simplemente.

Podemos simbolizar esto como sigue:

$$P(A/F) \neq P(A) \quad (1)$$

donde  $P(A/F)$  se lee “probabilidad de que ocurra  $A$  dado que ocurrió  $F$ ”.

Este modelo no impone condición de mayor o menor probabilidad, tan sólo propone que si se verifica (1) entonces  $F$  es estadísticamente relevante para  $A$ .

*Procesos causales.* Tanto el explanans como el explanandum son parte de diferentes procesos causales.

*Interacción causal.* Los procesos causales interactúan de tal manera que provocan el evento  $\epsilon$  en cuestión.

Esto lleva a la tarea de establecer qué es un “proceso causal”. Según Salmon, los procesos causales se caracterizan por dos rasgos. Primero, un proceso causal es una secuencia de eventos en una región continua del espaciotiempo. Segundo, un proceso causal puede transmitir información (una “marca”)

De acuerdo con Salmon, un principio poderoso de explicación es que cada vez que hay una coincidencia (correlación) entre las características de dos procesos, la explicación es un evento común a los dos procesos que da cuenta de esa correlación. Esto es una “causa común”. Para citar un ejemplo dado anteriormente: hay una correlación entre cáncer de pulmón ( $C$ ) y manchas de nicotina en los dedos de una persona ( $N$ ). Esto es

$$P(C/N) > P(C)$$

La causa común de esos dos eventos es el hábito de fumar un número elevado de cigarrillos por día ( $S$ ). Con relación a  $S$ , tanto  $C$  como  $N$  son independientes. De modo que

$$P(C/N\&S) = P(C/S)$$

Esto es equivalente a decir que una vez que se verifica  $S$ ,  $N$  se torna irrelevante.

Esto es parte de una definición precisa de “causa común” que está constreñida por las condiciones probabilísticas formales.

Partimos de que cierta  $P(A/B) > P(A)$  y que  $C$  es una causa común a  $A$  y a  $B$  si se cumple lo siguiente

$$P(A\&B/C) = P(A/C)P(B/C)$$

$$P(A\&B/\neg C) = P(A/\neg C)P(B/\neg C)$$

$$P(A/C) > P(A/\neg C)$$

$$P(B/C) > P(B/\neg C)$$

A su vez, estas condiciones están constreñidas:  $A$ ,  $B$  y  $C$  deben estar vinculadas apropiadamente como partes de un proceso causal.

## 5 – 11. La explicación teleológica

En algunas oportunidades los hechos son explicados a partir de propósitos o finalidades. Por ejemplo, Juan explica por qué compró un pasaje a Madrid esta tarde diciendo que lo hizo pues pretende visitar a su hermano el mes próximo. En este caso se explica un hecho ocurrido, que Juan compró el pasaje, apelando al propósito que tiene Juan de visitar a su hermano.

Este tipo de explicaciones no son tan habituales en ciencias naturales, sobre todo cuando el objeto de estudio no es un ser vivo. Esto es, razonable si se piensa lo difícil que es imaginar una piedra o una radiación con objetivos. Sin embargo, en muchos casos son utilizadas, al igual que las explicaciones funcionales, que es otro tipo de explicación que no discutiremos aquí.

Para tratar de aclarar algo más a qué nos referimos con explicación teleológica veamos un ejemplo.

Muchos animales tienen reacciones extrañas ante la presencia de algo extraño que ven como agresor. En ciertos casos lo que estos animales hacen es llamar la atención mediante ruidos y movimientos característicos que hacen que el agresor los persiga. Una explicación de esta conducta es que los animales realizan tales actos para que el agresor los persiga a ellos y así se alejen de sus crías. Es decir qué se explica la conducta actual sobre la base de que las víctimas tienen la finalidad de alejar al agresor de sus crías.

En la concepción aristotélica, había dos tipos de causalidades, la causalidad eficiente y la causalidad teleológica. En el primero de los casos, la posibilidad de ocurrencia de un suceso está dada por la ocurrencia de sucesos anteriores. En cambio, en su visión de la causalidad teleológica el acontecimiento de un suceso determinado se debe a un estado final que se quiere alcanzar. En este sentido, muchos intérpretes de la concepción aristotélica daban como explicación teleológica de la caída de los cuerpos la afirmación aceptada de que el destino natural de los cuerpos graves era el reposo.

Algunos filósofos han propuesto una distinción entre “explicar por causas” y “explicar por razones”. Las explicaciones causales son argumentos nomológicos deductivos, entre los cuales figuran, junto a las premisas leyes, las denominadas leyes causales. Pero en las

ciencias humanas y sociales, la acción humana o social se suele explicar en términos de “motivación”, cierta actitud humana o social que cae dentro de lo psicológico y que da sentido a la acción. De esta manera se distingue entre la actitud que se adopta en función del interés en lograr algo (motivación) de la causa que objetivamente conduce a la producción de un suceso.

## Bibliografía

**Hempel, C. G.; Oppenheim P. (1948)** “Studies in the logic of explanation”. *Philosophy of Science* 15: 135-175.

**Hempel, C. G.; (2005)** *La explicación científica. Estudios sobre filosofía de la ciencia*. Editorial Paidós. Barcelona.

**Klimovsky, G.; (2005)** *Las desventuras del conocimiento científico* 6ª. Edición. AZ editora. Buenos Aires.

**Lorenzano, C. J.; (1994)**. *La estructura del conocimiento científico*. 2ª. Edición. Editorial Biblos. Buenos Aires

**Nagel, E.; (1961)** *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. Nueva York, Harcourt, Brace and World. (Hay traducción al castellano de 2006: *La estructura de la ciencia*. Editorial Paidós. Barcelona)

**Salmon, W.; (1989)** “Four Decades of Scientific Explanation”. En P. Kitcher & W. Salmon (eds.) *Minnesota Studies in the Philosophy of Science Vol. XIII. Scientific Explanation*. Minneapolis, University of Minnesota Press. Pp. 3-220.

**Scriven, M.; (1962)** “Explanations, Predictions, and Laws”. En H. Feigl & G. Maxwell (eds.) *Minnesota Studies in the Philosophy of Science Vol. III Scientific Explanation, Space, and Time*. Minneapolis, University of Minnesota Press. Pp. 170-230.