

Filosofía de la Ciencia

Víctor Javier Moreno García

Índice de contenidos

Introducción a la Filosofía de la Ciencia.....	4
Cuestiones fundamentales.....	4
¿Qué es la Filosofía de la Ciencia?.....	4
Orígenes de la Filosofía de la Ciencia. El Círculo de Viena.....	6
Antecedentes filosóficos.....	6
Contexto científico.....	8
La filosofía del Círculo de Viena.....	10
El final del Círculo de Viena.....	14
¿Tiene utilidad para la ciencia la Filosofía de la Ciencia?.....	15
El prejuicio hacia la Filosofía de la Ciencia.....	15
La utilidad de la Filosofía de la Ciencia.....	16
Filosofía 'general' de la ciencia.....	17
¿Es la Filosofía de la Ciencia una disciplina descriptiva o normativa?.....	18
El normativismo neopositivista y los criterios de demarcación.....	18
El normo-descriptivismo histórico de Kuhn.....	19
La imposibilidad de la descripción o prescripción puras.....	19
Intuiciones preanalíticas, naturalismo normativo y epistemología naturalizada.....	20
Descripción, prescripción e interpretación.....	20
Importancia de la Historia de la Ciencia y de otras disciplinas para la Filosofía de la Ciencia.....	22
El giro historicista.....	22
Naturalización de la epistemología.....	23
 Conceptos Fundamentales de la Filosofía de la Ciencia.....	 26
Modos de inferencia: deducción, inducción y abducción.....	26
Deducción.....	26
Inducción.....	27
Abducción.....	30
Algunas consideraciones.....	32
Hipótesis.....	33
Usos del término hipótesis.....	33
Hipótesis y el 'método científico'.....	34
Papel de las hipótesis en la ciencia a lo largo de la historia.....	35
Leyes científicas.....	44
Discusión sobre el concepto de ley científica.....	45
Teorías.....	51
La concepción enunciativa (la concepción heredada).....	52
La concepción semántica.....	54
Status epistemológico de la teorías científicas.....	58
Modelos.....	59
Significado y tipo de modelos.....	59
Abstracción e idealización.....	62
 La explicación científica.....	 64
El concepto de explicación.....	64
Evolución del concepto de explicación.....	65
El modelo de explicación por cobertura legal (Hempel).....	66
Características generales del modelo de cobertura legal.....	66
Modelo de explicación nomológico-deductiva (D-N).....	67
Modelo de explicación inductivo-estadística (I-S).....	70
Críticas al modelo de explicación por cobertura legal.....	72
El modelo de la relevancia estadística (Salmon).....	75
Revisión del modelo S-R: modelo mecánico-causal (Salmon).....	79
Problemas y críticas al modelo S-R.....	81

El modelo erotético de van Fraassen (pragmática de la explicación).....	82
Problemas del modelo erotético de van Fraassen.....	85
La explicación como unificación (Kitcher).....	87
Objeciones a la propuesta de Kitcher.....	89
¿Es posible un modelo general de explicación científica?.....	90
El cambio científico: falsacionismo e inconmensurabilidad entre teorías.....	92
Modelos racionales y no-racionales del cambio científico.....	92
La visión neopositivista del cambio científico: reducción de teorías.....	93
Reducción de teorías.....	94
El cambio científico según Popper. Racionalismo crítico.....	97
Racionalismo crítico.....	97
El progreso científico según Popper.....	98
La ciencia como conocimiento verosímil.....	100
El modelo racional de Popper: resumen.....	102
El cambio científico según Kuhn: ciencia normal y revoluciones científicas.....	104
Fases en el desarrollo de una ciencia.....	104
Paradigmas y matrices disciplinares.....	106
Ciencia normal y revoluciones científicas.....	107
Crítica al falsacionismo.....	109
Críticas a las posturas de Kuhn en la “Estructura de las revoluciones científicas”.....	110
El anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend.....	118
Metodología pluralista y proliferación de teorías.....	119
Anarquismo epistemológico.....	122
La tesis de la inconmensurabilidad de las teorías.....	127
Inconmensurabilidad de las teorías científicas.....	129
Kuhn “el relativista”.....	133
Inconmensurabilidad y taxonomía.....	133
Respuestas a la inconmensurabilidad.....	135
Consecuencias de la inconmensurabilidad.....	137
Conclusiones.....	139
Los nuevos modelos racionalistas de cambio científico.....	141
Imre Lakatos: la metodología de los Programas de Investigación Científica.....	141
El falsacionismo metodológico sofisticado.....	142
Evaluación de los Programas de Investigación Científica (PIC).....	144
Historia interna e historia externa.....	147
El racionalismo del modelo de cambio científico de Lakatos.....	148
Críticas a los Programas de Investigación Científica.....	148
El modelo de cambio evolutivo de Toulmin.....	149
El cambio evolutivo de la ciencia.....	152
Tipos de problemas científicos.....	153
Elementos claves del cambio evolutivo: Factores internos y externos.....	154
El objetivo de la ciencia según Toulmin.....	155
Críticas al modelo de Toulmin.....	156
Larry Laudan: racionalidad sin búsqueda de la verdad.....	157
Tradiciones de investigación y racionalidad científica.....	158
La ciencia como actividad de resolución de problemas.....	160
Cómo se produce el progreso en ciencia.....	164
Progreso gradual y no acumulativo.....	167
Larry Laudan: el modelo reticular de racionalidad científica.....	169
Modelo reticular de justificación.....	170
Críticas al modelo reticular de justificación.....	173
Algunas indicaciones sobre la situación posterior.....	175
Referencias bibliográficas.....	228
FILOSOFÍA DE LA CIENCIA.....	228

Última modificación: 18/01/24 18:08:04

Introducción a la Filosofía de la Ciencia

La ciencia es una parte de la cultura, con una importancia enorme en el desarrollo histórico y social, que encierra problemas filosóficos de gran calado. El conocimiento de la ciencia, de su funcionamiento, de sus bases epistemológicas y metodológicas y de su impacto social, es hoy una obligación ineludible para todo el que quiera entender el mundo contemporáneo, tanto más si su propósito es la reflexión filosófica. A ello precisamente se dedica la Filosofía de la Ciencia, una de las ramas más activas de la filosofía contemporánea.

Cuestiones fundamentales

¿Qué es la Filosofía de la Ciencia?

Con reservas, puede decirse que desde los años 30 del siglo XX, desde el Círculo de Viena hasta hoy, la Filosofía de la Ciencia se ha centrado en tres grupos de problemas fundamentales:

1. ¿Qué es la ciencia?

- ¿Cuál es la estructura de las teorías científicas?
- ¿Qué caracteriza el lenguaje de la ciencias?
- ¿Es la ciencia especial en algún sentido?. Si hay características que definan la ciencia y permitan diferenciarla de otros ámbitos culturales (**criterio de demarcación**)

2. ¿Cómo progresa la ciencia?

- ¿El progreso es gradual y acumulativo, o revolucionario y discontinuo?
- ¿Por qué progresa de forma tan efectiva?
- ¿Progresa basado en criterios racionales en la elección de teorías con carácter objetivo y neutral, lo hace según factores sociales, económicos, políticos,...?
- Estudio de la racionalidad del cambio de teorías en la ciencia y el modo en que éstas se revisan y sustituyen por nuevas teorías, produciendo fuertes rupturas epistémicas.
- Reflexión de la ciencia como producto final pero también como actividad humana llevada a cabo en sociedad, pasando a un primer plano el cómo se practica y los distintos procesos (institucionales, sociales, políticos) que resultan en el conocimiento científico aceptado.

3. ¿Cuál es el objetivo de la ciencia?

- ¿Es el progreso la única meta, o la más importante?
- ¿Cuál es esa meta?
- ¿Las teorías científicas son meras herramientas conceptuales (**Instrumentalismo**) u ofrecen una explicación verdadera de los fenómenos naturales? (**Realismo**)

Desde los años 70 con las obras de Kuhn y Feyerabend, y en consonancia con lo que hoy se discute en el área de los 'estudios sociales', se puede añadir un cuarto tipo de cuestiones:

4. ¿Cuál es la autoridad epistémica de la ciencia?

- ¿Hay una base objetiva para sus privilegios y autoridad epistémica?
- ¿Cómo se integra la actividad científica con el resto de nuestras actividades sociales?
- Carácter político de la ciencia:
 - ¿Quién decide la agenda investigadora?
 - ¿Cómo armonizar ciencia y democracia?
 - ¿Cómo ordenar y gobernar adecuadamente la ciencia?
- Carácter ético y social:
 - ¿A quién beneficia el desarrollo científico-técnico?
 - ¿Cabe un reparto más justo de los beneficios?
 - ¿Qué controles pueden y deben establecerse en la investigación?
 - ¿Qué papel y en qué condiciones han desarrollado las mujeres en la ciencia?. ¿Cabe pensar en una ciencia feminista?
 - ¿Es legítima la modificación tecnológica del ser humano con vistas a su mejora? (**transhumanismo**)
 - ¿Qué percepción tiene la sociedad de la ciencia y cómo debe mejorarse?
 - ¿A qué se debe el auge de actitudes anticientíficas?
 - ¿Cuáles son las causas del fraude en ciencia y cómo pueden eliminarse?

5. ¿Qué labor ha de cumplir la Filosofía de la Ciencia?

- ¿Ha de limitarse a ser meramente **descriptiva** y simplemente dar cuenta de la labor que llevan a cabo los científicos?
- ¿Ha de ser una disciplina **normativa** que dicte a los científicos cómo ha de ser su proceder para llevar a cabo una buena ciencia?

La Filosofía de la Ciencia, por tanto, pertenece al campo de los **estudios metacientíficos**, pero es sólo una parte de ellos; no es ni historiografía de la ciencia, ni psicología de la ciencia, ni sociología de la ciencia, aunque está relacionada con todas ellas. Por otro lado, la Filosofía de la Ciencia pertenece también al campo de los estudios filosóficos, pero es sólo una parte de ellos; no es ni lógica, ni filosofía del lenguaje, ni filosofía de la mente, ni filosofía de la técnica, aunque está relacionada con todas ellas.

La Filosofía de la Ciencia tiene por objeto poner de manifiesto o hacer explícitos los aspectos filosófico-conceptuales de la actividad científica, esto es, elucidar conceptos fundamentales de la actividad científica, como los de ley, contrastación, explicación o medición, y reordenar conceptualmente o reconstruir esos sistemas de conceptos producidos por la ciencia que son las teorías científicas. En ambas tareas se ve influida por, y debe tomar en cuenta, tanto otros estudios de la ciencia (historiografía, psicología, sociología), como las ciencias mismas, así como otras áreas de la filosofía, pero ello no la vacía de contenido ni la disuelve en otros saberes.

Orígenes de la Filosofía de la Ciencia. El Círculo de Viena

Antecedentes filosóficos

La ciencia es una parte de la cultura con una importancia creciente en nuestra sociedad y encierra problemas filosóficos que están lejos de estar resueltos a día de hoy. La reflexión sobre las características de la ciencia como modo de conocimiento, así como sobre sus métodos, ha generado durante siglos una literatura abundante, donde filósofos y científicos de todas las épocas han dedicado una parte de su trabajo a pensar sobre la ciencia. No obstante, estas reflexiones se presentaban como propedéutica a algún trabajo científico, o como aspecto derivado de una consideración general sobre el conocimiento humano. Ejemplos de estas obras serían:

- **Platón** ya habla de la '*episteme*' (ciencia) como el conocimiento de calidad opuesto a la opinión (si bien, en el caso de Platón, se trata de un término referido al mundo de las ideas).
- Los "*Segundos analíticos*" de **Aristóteles**, que son sus tratados acerca del método científico: la inducción, la deducción y los procedimientos que llevan a elaborar un conocimiento firme.
- **Robert Grosseteste** y **Roger Bacon** profundizan sobre las conclusiones de Aristóteles en la Edad Media.
- El "*Novum Organum*" (1620) de **Francis Bacon** se puede considerar también una reflexión filosófica sobre el método científico, donde critica el uso dado en la edad media a la silogística aristotélica, defendiendo el método inductivo como garante del progreso en los conocimientos. Puede considerarse su obra precursora de una combinación de la metodología inductivista con la hipotético-deductivista en el sentido actual. Bacon no fue en rigor un científico profesional, sino precisamente alguien que hoy día consideraríamos como un especialista en Filosofía de la Ciencia.
- En las obras de **Galileo**, en las que se da un mayor énfasis al carácter matematizado de la ciencia y a la importancia en la misma de la experimentación.
- El "*Discurso del Método*" (1637) de **René Descartes**, que si bien suele estudiarse como el libro fundacional de la filosofía moderna, Descartes lo publicó originalmente como un tratado metodológico previo a tres tratados científicos: "*La dióptrica*", "*Los meteoros*" y "*La geometría*", siendo estos tres tratados un caso particular de lo expuesto en el "*Discurso del método*" como tal, que sería una especie de prólogo donde explica al lector cómo llega a los resultados científicos expuesto en las secciones siguientes, combinando el método deductivo con el mecanicismo.
- **Isaac Newton**, que de manera análoga a Galileo incluye implícita una manera de hacer ciencia dentro de sus publicaciones, y que recoge los métodos y resultados experimentales que llevó a cabo. "*Philosophiae naturalis principia mathematica*" (1687), "*Opticks*" (1704); así como una reflexión sobre la búsqueda de las causas de los fenómenos observados. De manera explícita y sistemática formuló Newton su metodología genera bajo el título '*Regulae Philosophandi*' ("Reglas para filosofar", donde 'filosofar' significa aquí "hacer investigación empírica"), al principio de la Tercera Parte los *Principia*. Estas *Regulae* pueden entenderse como un "mini-tratado" de Filosofía de la Ciencia.

- La crítica de **David Hume** al concepto tradicional de causa y la justificación de las inferencias inductivas. La teoría crítica del conocimiento humano en general propia de los empiristas británicos tiene implicaciones para la Filosofía de la Ciencia en la medida en que ciertos temas de la Filosofía de la Ciencia son también de la teoría del conocimiento (percepción, causalidad, inducción) y en el sentido de que si se cuestiona toda forma de conocimiento humano, también se cuestiona la forma específicamente científica del mismo. Las filosofías de Berkeley y Hume no planteaban tesis precisamente constructivas con respecto a la ciencia establecida de su tiempo:
 - **Berkeley** no creía relevantes la matemática para el conocimiento empírico.
 - **Hume** no creía ni en la causalidad ni en la inducción.
- En **Immanuel Kant**, tenemos el magno proyecto para fundamentar en la estructura de la propia razón los logros de la física newtoniana. *"La crítica de la razón pura"* (1781) se podría entender como un libro de ciencia donde Kant plantea el rigor y firmeza de los conocimientos que ha alcanzado Newton, a la par que *"había despertado de su sueño dogmático"* gracias a Hume, que le hizo ver que sobre cuestiones empíricas no cabe tener certeza total. Es por ello que es posible tener un conocimiento tan firme en la física al estar basada en juicios sintéticos a priori¹. La obra de Kant es un hito importante en la "protohistoria" de nuestra disciplina tanto por su influencia posterior hasta bien entrado el siglo XX, sino también porque es el primer ejemplo histórico de lo que hemos denominado antes un modelo interpretativo de la ciencia, una metateoría sistemática de las teorías científicas.

Kant se encuentra con dos teorías bien establecidas, la geometría euclídea como teoría del espacio físico y la mecánica newtoniana como teoría del movimiento, y se pregunta por la estructura que "se esconde" tras estas teorías; buscando por qué ellas proporcionan conocimiento genuino de la realidad empírica, aun siendo tan altamente abstractas o "ideales". La teoría kantiana de los *juicios sintéticos a priori*, de las *categorías del entendimiento* y de las *formas puras de la intuición* (espacio y tiempo) puede verse como una propuesta de interpretación general de aquello que es esencial en el conocimiento científico, paradigmáticamente contenido en la geometría y la mecánica. La respuesta kantiana en sus rasgos específicos probablemente ya no sea aceptada hoy día por ningún filósofo de la ciencia, sin embargo marcó la pauta de la discusión de una serie de temas y conceptos que han jugado un papel central en la Filosofía de la Ciencia de la época contemporánea.

1 En la introducción a la *Crítica de la razón pura*, Kant introduce los términos "analítico" y "sintético".

- "**juicios analíticos**": aquellos donde el predicado está "contenido" en la noción del sujeto: *"todas las madres son mujeres"*, el predicado mujer está contenido en la noción de madre; o *"ningún soltero es un hombre casado"*. Propias de las ciencias formales como la lógica y las matemáticas
- "**juicios sintéticos**": aquellos donde el predicado no está contenido en la noción del sujeto. *"todas las madres son altas"*. Las proposiciones sintéticas son aquellas cosas que nos dicen algo del mundo, y que para determinar su valor de verdad, requieren algún tipo de contrastación empírica.

Kant califica de "**a priori**" a aquellos juicios cuya justificación es independiente de la experiencia, y "**a posteriori**" a aquellos cuya justificación sí depende de la experiencia. Da lugar a tres clases de juicios:

- Juicios analíticos a priori
- Juicios sintéticos "a priori"
- Juicios sintéticos a posteriori

Aunque estos trabajos abordan superficialmente el modo de hacer ciencia como tal, no los consideraríamos hoy como textos sobre Filosofía de la Ciencia, son más bien prolegómenos propedéuticos para el contenido particular que les sigue.

Si hubiera que identificar a algún autor como el precursor o “primer” filósofo de la ciencia, hay que barajar los nombres de William Whewell y John Stuart Mill, aunque también cabría considerar a **Ernst Mach** (primera cátedra de filosofía de las ciencias inductivas en Viena en 1895) y **Pierre Duhem** (argumentación en *“La teoría física. Su objeto, su estructura”* (1906) sobre la imposibilidad de refutar hipótesis mediante la experimentación) a finales del XIX y principios del XX:

- **William Whewell** (1794-1866), autor de *“History of the Inductive Sciences”* (1837) y de *“The Philosophy of the Inductive Sciences”* (1840)
- **John Stuart Mill**, autor de *“A System of Logic”* (1843), una de las fuentes del positivismo². donde se presentan elementos del análisis lógico de las inferencias inductivas, el modelo nomológico-deductivo de explicación, la determinación de las hipótesis en las ciencias, la simbiosis de deducción y experiencia en la contrastación de teorías,... Mill desarrolla con detalle la metodología de las ciencias humanas de una manera sistemática. Merece mención también una obra que influyó notablemente sobre Mill, *“A preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy”*, de John **Herschel** (1830), que hace una defensa del uso de hipótesis en la ciencia y se establece una clara separación entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación.

El que tanto *The Philosophy of the Inductive Sciences* de Whewell como *“A System of Logic”* de Mill sean obras dedicadas exclusivamente a la Filosofía de la Ciencia, estén apoyadas en un análisis serio de la **historia de la ciencia** y tengan plena conciencia de los objetivos de ese tipo de estudio las hace pioneras en ese campo.

La Filosofía de la Ciencia como disciplina autónoma nace con **El Círculo de Viena**. De hecho, **Moritz Schlick** ocupa en 1922 la cátedra de *“Filosofía de las Ciencias Inductivas”* (sucede a Ludwig Boltzmann). Es tras la Segunda Guerra Mundial cuando, siguiendo la labor previa de los positivistas lógicos, la Filosofía de la Ciencia se transforma en una disciplina independiente de la teoría del conocimiento y pasa a ocupar un lugar propio y destacado en el ámbito general de la filosofía.

Contexto científico

Entre los elementos determinantes en el surgimiento de la Filosofía de la Ciencia estuvieron los cambios profundos que experimentó la física durante el primer tercio del siglo XX.

La **teoría de la relatividad especial** (planteada por Einstein en *“Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento”* de 1905) postula que las leyes de la física son las mismas para cualquier sistema inercial y otro artículo en que se postula que la velocidad de la luz es constante independientemente del observador, sobre los que elabora unos razonamientos de

2 **Positivismo**: teoría filosófica que sostiene que todo conocimiento genuino se limita a la interpretación de los hallazgos «positivos»: reales, perceptibles sensorialmente y verificables. Según esta postura, todo conocimiento genuino es o bien positivo (a posteriori y derivado exclusivamente de la experiencia de los fenómenos, sus propiedades y relaciones) o bien verdadero por definición (analítico y tautológico). Así, la información derivada de la experiencia sensorial, interpretada a través de la razón y la lógica, es la fuente exclusiva de todo conocimiento cierto. Los datos verificados (hechos positivos) por los sentidos son conocidos como evidencia empírica; así pues, el positivismo es la evolución lógica del empirismo.

los que se extrae que el espacio y el tiempo no pueden ser absolutos, sino que son relativos al sistema de referencia del observador. En otro artículo presenta la equivalencia entre masa y energía. Posterior desarrolló de la **teoría de la relatividad general** (1916) (espacio-tiempo).

La **teoría cuántica** (1900-1927), fue planteada por Planck en su estudio sobre la radiación del cuerpo negro, ante la cual hipotetiza que la energía ha de transmitirse en paquetes de energía discretos (cuantos). Dicho planteamiento es tomado por Einstein en otro artículo de 1905 y lo utiliza para demostrar la existencia de fotones y plantear el carácter dual de la luz como de onda y partícula. Gracias a Niels Bohr se llegó a un gran avance en el desarrollo de la teoría cuántica, cuyo modelado matemático fue desarrollado primeramente por Heisenberg, con un desarrollo matricial, y posteriormente por Schrödinger, que contrario a dicho sistema desarrolló uno equivalente basado en la función de onda.

Si bien la teoría de la relatividad presenta cierto carácter determinista, digamos que como evolución de la física newtoniana; mientras la teoría cuántica es totalmente indeterminista, ya que según plantea existen en la naturaleza fenómenos que ocurren de forma totalmente aleatoria y espontánea y que no tienen causa.

Estos cambios tan grandes dan un giro de tuerca a la epistemología vigente y al modo en que se entendían las leyes de la naturaleza hasta entonces. Si recordamos, y tal y como se articula bajo la concepción del **demonio de Laplace**, estipulaba que si una entidad con capacidad de conocimiento infinita (demonio) supiera la ubicación precisa y momento de cada átomo en el universo, sus valores pasados y futuros para cualquier tiempo dado serían deducibles a partir de dichos datos. Es decir, la mecánica clásica permitiría conocer de forma exacta (**mecanicismo determinista**) la evolución del sistema a lo largo del tiempo, lo cual tiene serias implicaciones filosóficas en términos como la libertad o el libre albedrío. Si bien dichos planteamientos fueron de gran utilidad para el desarrollo de ramas de la física como la termodinámica, la mecánica estadística, las teorías de Einstein (tiempo y espacio relativos al sistema de referencia del observador) y cuántica (aleatoriedad de sucesos y principio de indeterminación de Heisenberg) no sólo tiran por tierra esta posibilidad adivinatoria y determinista que parecía ostentar la física clásica, sino que abre una puerta al debate filosófico que aún sigue vigente hoy en día (interpretaciones de la mecánica cuántica).

Estas teorías eran incompatibles con la visión prevalente de la ciencia que estaba basada en una **filosofía kantiana sofisticada** o bien en un **empirismo radical** que era hostil a toda hipótesis sobre entidades inobservables y que intentaba reducir todo conocimiento a experiencias posibles de realizar por los seres humanos. Esta revolución en la física supone un salto paradigmático respecto de la física newtoniana. Poniendo de manifiesto dos cosas:

1. La teoría más sólida conocida hasta el momento, la **mecánica newtoniana**, no era una verdad definitiva, habiendo sido sustituida por una física nueva que mostraba como falsos algunos de sus elementos centrales (invariabilidad de la longitud, masa y tiempo respecto de la velocidad; no equivalencia entre masa y energía, posibilidad de atribuir un valor exacto a todas las variables de los fenómenos en estudio...). Por tanto, la pretensión de los kantianos de basar esa física newtoniana en un supuesto conocimiento válido *a priori* quedaba en entredicho.
2. La **creatividad humana** y no la experiencia pasiva es la fuente de donde surgen las explicaciones científicas. Un seguimiento escrupuloso de los métodos inductivos, tomando como punto de partida la experiencia conocida, no habría podido generar estas nuevas teorías. La ciencia no es, pues, una forma compendiada de almacenar experiencias posibles. **La ciencia necesita de hipótesis arriesgadas que vayan más allá**

de los hechos observables. Los principios de la física son, como decía Einstein, “*invenciones libres del intelecto humano*”, no generalizaciones obtenidas a partir de los datos de la experiencia.

Es decir, los planteamientos principalmente inductivos que se asociaban como el procedimiento algorítmico principal del método científico, en el cual el científico parte de datos y observaciones se demuestra que no son los únicos que nos permiten hacer ciencia. Lo que hicieron Einstein (con sus conocidos experimentos mentales) así como el resto de participantes en el desarrollo de la cuántica, fue arriesgarse con el planteamiento de ideas nuevas que no se sustentaban, en principio, de un modo tan claro sobre los hechos bien establecidos como sí hacía la física tradicional,

En base a dichos planteamientos, los miembros del **Círculo de Viena** intentaron elaborar una nueva forma de entender el conocimiento científico que pudiera sintonizar con la nueva física, dando origen así al surgimiento de la Filosofía de la Ciencia como disciplina, que terminaría por institucionalizarse académicamente a partir de los años cincuenta.

La filosofía del Círculo de Viena

El Círculo de Viena fue un grupo de científicos con interés filosófico que desde 1924 se reunían los jueves por la noche en Viena en torno a **Moritz Schlick**. Entre los miembros del grupo estaban **Rudolf Carnap** (quizá el autor más influyente del Círculo), Herbert Feigl, Friedrich Weissmann, Hans Hahn, Gustav Bergmann, Karl Menger, Kurt Gödel, Philipp Frank y **Otto Neurath** entre otros.³

La inspiración filosófica del Círculo se sustenta en los siguientes elementos fundacionales:

- El **empirismo radical**, especialmente a través de la obra de **Ernst Mach** (quien ocupara la “*Cátedra de Filosofía de las Ciencias Inductivas*”) y que había elaborado una filosofía fenomenista de corte empirista radical, a partir de la cual el Círculo de Viena hereda las ideas del positivismo de John Stuart Mill.
- Estaban también impresionados por los **avances en lógica matemática** y en **filosofía del lenguaje** logrados por Gottlob Frege, Bertrand Russell y Ludwig Wittgenstein (el del *Tractatus*). Vieron en la **lógica** un instrumento valioso de análisis, no sólo en relación a las teorías científicas, sino también del lenguaje en general.
 - El **análisis lógico** permitiría mostrar y resolver que los problemas tradicionales de la filosofía son **pseudo problemas** suscitados por un uso ilegítimo del lenguaje.
 - Además, los trabajos de estos autores convencieron a los miembros del Círculo de que **la matemática podía reducirse a la lógica** y que los enunciados que formaban el contenido de ambas ciencias debían considerarse como analíticos (transformaciones tautológicas dentro de un lenguaje y, por tanto sin un contenido informativo acerca del mundo).

El **énfasis en el análisis lógico** como única forma posible de hacer filosofía y la consideración de la matemática y de la lógica como ciencias formales sin contenido empírico era lo que más separaba sus planteamientos de los del positivismo anterior de Comte, Mill y Mach. Estos planteamientos quedan **limitados al estudio de las ciencias naturales y formales**, quedando de lado el estudio de cualquier tipo de ciencias sociales,

3 Popper no perteneció al Círculo, aunque mantenía contacto personal con algunos de sus miembros. Además, que los planteamientos de Popper y el Círculo de Viena presentan claras diferencias.

La “presentación en sociedad” del Círculo se realizó en 1929 en un congreso sobre ciencias formales, en la que Hans **Hahn**, Otto **Neurath** y Rudolf **Carnap** redactaron un pequeño escrito que sirvió como manifiesto fundacional del Círculo: *“La concepción científica del mundo: El Círculo de Viena”* en la que se distinguen dos rasgos:

1. Es **empirista y positivista**: sólo hay conocimiento a partir de la experiencia, que descansa en lo inmediatamente dado. Esto marca los límites del contenido de la ciencia legítima (\sim criterio de demarcación).
2. La concepción científica del mundo se caracteriza por la utilización de un cierto método: el **análisis lógico**. El objetivo del esfuerzo científico es **alcanzar la meta de la ciencia unificada**, mediante la aplicación del análisis lógico al material empírico

En 1930 apareció la revista *“Erkenntnis”* (“conocimiento” en alemán), y que fue su principal medio de expresión. Inicialmente estuvo enfocada muy estrechamente a los intereses propios del Círculo, y tras unos años de pausa (1940-1975) retomó su publicación que llega hasta nuestros días, aunque ya con un alcance mayor que el propio del Círculo en sus orígenes.

Emparentada con ella, surgió también en Berlín, de la mano de **Hans Reichenbach** y Carl Gustav **Hempel** una variante menos estricta, con influencias de la filosofía analítica y el pragmatismo norteamericano, a la que se denominó **empirismo lógico** y que fue más influyente a partir de los años 50 del siglo XX, siendo la filosofía principal de los herederos del círculo hasta su declive a partir de mediados de los 60.

Neopositivismo / Positivismo Lógico

La filosofía del Círculo de Viena recibió el nombre de **neopositivismo** o **positivismo lógico**, y de manera general podría decirse que se caracteriza por:

- La influencia que tienen sobre el Círculo:
 - **Empirismo radical** (Ernst Mach)
 - **Lógica matemática** (Frege, Russell, Whitehead, Wittgenstein, Gödel)
 - **Filosofía del lenguaje** (Wittgenstein)
- Presenta un marcado **carácter antimetafísico**, y formula su filosofía como **epistemología empirista** que quiere reconstruir cómo opera la ciencia.

Según el positivismo lógico, todos los enunciados que pretendan afirmar algo acerca del mundo (**enunciados sintéticos**), han de ser reductibles a contenidos tales que hablen de cosas observables. En un principio se discutió en el Círculo cómo debía interpretarse este **lenguaje observacional** o **“protocolario”** (el que usan los científicos en sus ‘protocolos’ de experimentación), como lo llamaron, al que debían reducirse los enunciados con sentido.

- Carnap y Schlick eran partidarios de entenderlo como un **lenguaje fenomenalista**, referido sólo a experiencias inmediatas, a datos sensoriales de un sujeto. Pero, basar estrictamente este lenguaje en experiencias y fenómenos se prestaba a problemas.
- Neurath se inclinaba más bien por un **lenguaje fisicalista**. Éste sería un lenguaje que habla de las propiedades y relaciones observables entre las cosas materiales. Y se supuso que éste debía ser el lenguaje universal de todas las ciencias, de una física básica que sirviese como fundamento al que se pudiese reducir de forma indirecta todas las demás ciencias. Carnap terminó aceptando la interpretación fisicalista, que tenía la ventaja de no hacer que el conocimiento científico descansase sobre algo tan subjetivo como las sensaciones de los individuos.

Ideal de Ciencia Unificada

La tesis de que el lenguaje fisicalista debía considerarse como el lenguaje universal de la ciencia comportaba un programa para la unificación de todas las disciplinas científicas, incluidas las ciencias humanas. Este ideal de **Ciencia Unificada** estaba animado por los éxitos parciales (pero impresionantes) en las reducciones que se habían conseguido de la química a la física, de la biología a la química y a la física, y de la psicología a la neurofisiología. Como meta lejana era imaginada una futura **física teórica de la cual serían derivables todos los fenómenos observables del universo** (incluyendo la vida orgánica y la mente). Sin embargo, en la práctica científica, esta postura conducía a enormes dificultades cuando se adopta con un espíritu consecuente. Por ejemplo, en el campo de la psicología conducía al conductismo radical, que sólo permite como proposiciones psicológicas aquellas que estuvieran referidas a comportamientos observables.

Como encarnación de este proyecto, algunos miembros del Círculo crearon en La Haya el '*Instituto Internacional para la Unidad de la Ciencia*' en 1937; y en 1938 la Universidad de Chicago inició la publicación de una serie bajo la denominación de "*Enciclopedia Internacional de la Ciencia Unificada*". Se publicó hasta 1970 y cuyos trabajos fueron recogidos en dos volúmenes. En el segundo se recoge la obra de Kuhn "*La estructura de las revoluciones científicas*". Es de notar que precisamente el libro más crítico contra el positivismo lógico, como es la obra de Kuhn, se publicara precisamente en dicha publicación, lo que demuestra cómo de aperturista hacia la crítica fue haciéndose esta corriente con el paso de los años.

La distinción de Reichenbach

Reichenbach, del Círculo de Berlín, establece en su libro de 1938 "*Experience and prediction*" siguiendo la pretensión del Círculo de Viena de efectuar una **reconstrucción lógica** de las teorías científicas, tal como éstas debían ser desde una consideración puramente racional, establece una distinción en cuanto a los contextos de acción para el filósofo de la ciencia:

- **Contexto de justificación:** es el papel del filósofo de la ciencia debe limitarse. Su tarea principal es evaluar los procedimientos mediante los cuales **justifican** los científicos las teorías que defienden desentendiéndose del contexto del descubrimiento, tanto para sus enfoques descriptivos como normativos.
- **Contexto de descubrimiento:** reconstrucción y descripción del origen y desarrollo real de dichas teorías científicas. Ésta sería tarea para psicólogos, sociólogos e historiadores de la ciencia. Es decir, a la Filosofía de la Ciencia no le interesa cómo se descubren las teorías, ya que esto obedece a circunstancias muy variadas y no está sometido a criterios lógicos.

Actitud antimetafísica

El Círculo de Viena se caracterizó también por una **fuerte actitud antimetafísica**. Consideraban que la metafísica era un **discurso sin sentido**. La filosofía, por lo tanto, no debía dedicarse a ese tipo de especulaciones ni a elaborar ningún discurso sobre el mundo que no pudiera ser comprobado a través de la experiencia.

Los problemas epistemológicos como tales son problemas metafísicos, lo que llevó a los miembros del Círculo a rechazar su tratamiento de este modo por parte del filósofo. En estos casos entonces no cabe preguntarse "*qué es el conocimiento*" o si "*la ciencia es una forma de conocimiento de tal o cual tipo*", sino que hay que preguntarse por la estructura

lógica del lenguaje científico y cómo se relaciona ese lenguaje científico con otras formas de lenguaje con el que describimos los hechos.

El siguiente texto de Hegel es ejemplo de la metafísica falta de rigor y farragosa en su exposición que tanto criticaban desde el Círculo (Hegel pretende rivalizar con la física y presentar una alternativa filosófica sobre los temas que se estaban ampliando desde la ciencia):

“Electricidad. Los cuerpos están en relación con los elementos, según su particularidad determinada; pero en cuanto son totalidad configurada, vienen también en relación entre sí como individualidades físicas. Según su particularidad, que no ha entrado aún en el proceso químico, son independientes; y se mantienen indiferentes los unos con los otros en relación completamente mecánica. Como en esta relación manifiestan su sí mismo en un movimiento ideal, con un vibrar en sí cual sonido, así muestran ahora en la tensión física de la particularidad, los unos con los otros, su real sí mismo; el cual, por lo demás, tiene también realidad abstracta, es como su luz, pero una luz diferenciada en sí misma. Lo que constituye la relación eléctrica”

Textos de este tipo son los que Carnap aludía su pertenencia a, a lo sumo, la poesía, pero que desde luego no aportaban ningún tipo de conocimiento real acerca de la realidad.

Epistemología empírica

Pese a esta actitud antimetafísica, no les era posible atenerse exclusivamente al rigor del análisis lógico del lenguaje que propugnaban, y debido al empirismo de base que influye al positivismo lógico, elaboraron una epistemología empirista cuyos supuestos básicos son:

0. **Distinción entre proposiciones analíticas** (validez se basa en significado y estructura lógica) **y sintéticas** (nos dicen algo del mundo que ha de validarse empíricamente).
1. Todos los enunciados que pretenden afirmar algo acerca del mundo (es decir, enunciados que no sean analíticos), para tener significado han de ser **reducibles** a contenidos que se refieran **a objetos observables o propiedades observables**.
2. **El discurso significativo se identifica con la ciencia**. La metafísica carece de sentido empírico porque sus enunciados son sintéticos, pero no reducibles a cosas o propiedades observables.
3. Existe una base puramente **observacional** sobre la que se fundamenta la **objetividad científica**. La ciencia se fundamenta en enunciados que pueden ser observados.
4. La observación científica es un **proceso neutral desde el punto de vista teórico**, (separación entre observación y teoría) que se atiene únicamente a lo dado en la experiencia.
5. Sobre la base de los datos observacionales el científico aplica **inferencias inductivas**, obteniendo generalizaciones que le permiten confirmar así leyes aplicables a una totalidad de fenómenos.
6. Es precisamente el fuerte **apoyo inductivo que alcanzan las leyes generales y las teorías** lo que justifica su admisión por parte de los científicos. Existencia de muchos hechos que apoyen la **confirmabilidad** de las leyes y teorías
7. En consecuencia, el desarrollo científico es un **proceso acumulativo** en el que se va mejorando el apoyo inductivo de las leyes y teorías, de modo que las que ya han logrado una confirmación suficiente pasan a formar parte de un cuerpo bien establecido de conocimientos.

El final del Círculo de Viena

Con el ascenso del nazismo, la república de Weimar cayó en 1933, año en el que Hitler llegó al poder. En 1936 Carnap aceptó un nombramiento en la Universidad de Chicago y Schlick fue asesinado por un estudiante. Estos acontecimientos, junto con la persecución política que sufrieron sus miembros y la anexión violenta de Austria a Alemania en 1938, determinaron la disolución del Círculo.

Su orientación filosófica continuó influyendo en Gran Bretaña (Alfred **Ayer**), en Estados Unidos (Charles William **Morris**, Willard van Orman **Quine**, Ernest **Nagel** y Nelson **Goodman**), en Polonia (Jan **Lukasiewicz** y Alfred **Tarski**) y en los países escandinavos, especialmente en Finlandia (Eino **Kaila**). La variante del **empirismo lógico** sigue siendo hoy la tradición predominante en dichos países (excepto Estados Unidos). En Alemania y Austria hasta finales de los 50 no volvería a aparecer una filosofía heredera del Círculo.

La crítica al neopositivismo

Los miembros del Círculo de Viena mantuvieron siempre una actitud abierta a la revisión de sus propios planteamientos. Fueron uno de los movimientos filosóficos más **autocríticos** que ha habido en toda historia, hasta el punto de que sus posiciones finales difieren en aspectos esenciales de las iniciales.

En buena medida el final del neopositivismo vino propiciado por esas **críticas "internas"**:

- particularmente las de **Quine** en relación a a **distinción analítico/sintético**,
- las de **Goodman** sobre el **reductivismo empirista** de los criterios de sentido, y
- las críticas de diversos autores a la **separación entre observación y teoría**, o al **modelo de explicación científica**.

A comienzos de los años 60, la filosofía neopositivista tuvo que encarar además una serie de **críticas** más básicas que atacaban su propia **concepción de la ciencia y la filosofía**, entre las que cabe destacar las de **Popper**, **Hanson**, **Toulmin**, **Kuhn** y **Feyerabend**. Estas últimas contribuyeron a forjar la imagen de un neopositivismo dogmático que es una caricatura de la realidad, en la que siempre han cargado con la etiqueta de **cientificistas y dogmáticos contra la filosofía**, dada su contrariedad respecto a la metafísica. Estas críticas forjan la que vendría a ser la '*leyenda negra del neopositivismo*'. Sin embargo, y gracias a ese carácter autocrítico que les definía deviene en que a día de hoy sean los herederos del neopositivismo los que estén llevando a cabo la metafísica más creativa, tratando problemas como el del libre albedrío o el de la causalidad, mientras que otras corrientes más tradicionales presentan un discurso más derrotista en este sentido.

Para entender los aspectos más radicales de esta corriente, como su **carácter antimetafísico y científicista**, es conveniente situarlos en su contexto histórico y geográfico. Y en la balanza también deberían ponerse los efectos positivos que tuvo para la filosofía del siglo XX su voluntad de rigor y claridad, así como su insistencia en la colaboración entre filósofos y científicos (tanto dentro como fuera de la corriente analítica). El neopositivismo situó definitivamente en la agenda filosófica, como problema destacado, la necesidad de alcanzar una correcta comprensión de la naturaleza de la ciencia, dado que ésta y la tecnología se habían constituido en fuerzas determinantes de las transformaciones históricas y sociales que experimentó el último siglo. Y desde entonces la ciencia ha seguido reclamando esa especial atención, incluso entre aquellos que más críticos han sido con su papel actual en la sociedad o con su imagen tradicional.

¿Tiene utilidad para la ciencia la Filosofía de la Ciencia?

El prejuicio hacia la Filosofía de la Ciencia

Cualquier filósofo es consciente (o debería serlo) de las bondades de conocer las cualidades de la ciencia y su modo de hacer, así como de la relevancia y efectos que tiene para con la sociedad. Pero, ¿qué interés tiene para el científico el conocer filosofía?

Existe un cierto recelo hacia la filosofía por una parte de la comunidad científica, que podría reflejarse en la frase de Richard **Feynman**:

“la Filosofía de la Ciencia es aproximadamente tan útil para los científicos como la ornitología lo es para los pájaros”

O la que escribe el Nobel de física, Steven **Weinberg**, en un capítulo con el nombre “*contra la filosofía*” en el que reza:

“la filosofía adolece de una ‘irrazonable ineffectividad’ (frente a la irrazonable efectividad de la matemática)”

Mientras negaba la existencia de ningún científico que tras la Segunda Guerra Mundial se beneficiase en su trabajo de la labor de los filósofos.

Otro ejemplo de esta aversión lo tenemos en el catedrático de biología Lewis **Wolpert**, que en una carta dirigida a una publicación científica escribió:

“los filósofos de la ciencia de este siglo no han hecho ninguna contribución que nos ayude a entender el proceso científico y por qué es tan exitoso. Los científicos ven su actividad con perplejidad e indiferencia”

Si bien es cierto que el científico puede llevar a cabo su labor sin conocer Filosofía de la Ciencia, es exagerado e injusto realizar estas afirmaciones. La Filosofía de la Ciencia no tiene como objetivo central ser útil al científico en su trabajo o contribuir a mejorar la ciencia, sino que se centra en **entender cuál es el papel que tiene la ciencia en la cultura, cómo funciona hoy y cómo lo ha hecho en el pasado, y por qué sus procedimientos metodológicos han sido tan exitosos para lograr un conocimiento útil**. Y si bien un científico no tiene la obligación de pararse a reflexionar en estos temas, no quiere decir que por el mero hecho de ser científico su opinión al respecto será necesariamente la visión más acertada.

Como diría Imre Lakatos (antes de que Feynman soltase su alegato ornitológico):

“quizá los científicos suelen entender lo que es la ciencia sólo un poco mejor que los peces entienden lo que es la hidrodinámica”

O, a colación del alegato ornitológico de Feynman, Cristian Saborido alude, en su “*Filosofía de la medicina*” (2020) que:

“En realidad, la ornitología sería tremendamente útil para los pájaros si estos pudieran entenderla. Seguramente, los pájaros podrían comprender mejor qué es lo que hacen, por qué lo hacen, qué consecuencias tienen estas acciones para sus vidas y cómo podrían cambiarlas para lograr mayores recompensas.”

Positivismo científicista involuntario

Sean o no conscientes, lo cierto es que muchos científicos mantienen una concepción determinada de su actividad como científicos y de la propia ciencia como modo de conocimiento que les llega, por vías indirectas, desde la obra de filósofos de la ciencia. Hay científicos que

son positivistas, instrumentalistas, falsacionistas o realistas sin ser conscientes de ello, incluso pensando en ocasiones que su punto de vista no encierra ninguna filosofía, sino que es una descripción objetiva de su propia experiencia como investigador cuando no (como sostiene Wolpert) mero sentido común.

Para un gran número de personas, científicos incluidos, se adopta una **postura científicista** en la que se concibe a la ciencia como un modo de conocimiento neutral que se atiene únicamente a los hechos. Hechos que, una vez establecidos, hablan por sí solos y que una vez el científico los observa con atención e infiere unas teorías que los expliquen, una vez éstas estén verificadas, daría lugar a una labor científica ajena a todo tipo de especulación.

Esta **imagen idílica de la ciencia**, que no oculta su rechazo a cualquier contaminación filosófica, es en ella misma una **vulgarización de la posición filosófica que es el positivismo**, que tuvo mayor empuje cuando fue sistematizada por Auguste Comte a mediados del siglo XIX, y que en cierto modo se vería reforzada por la labor filosófica del Círculo de Viena, de una manera tan eficaz que ha permeado (si bien de una interpretación simplificada y distorsionada de las tesis del Círculo) en gran parte de la sociedad a la hora de entender lo que es la ciencia.

Científicos filósofos

Por suerte, son cada vez más los científicos que consideran erróneo este enfoque, al entender que **no hay hechos desnudos** si no hay una teoría previa que los localice y los interprete. Sostienen también que las teorías no vienen dictadas por los hechos, como si bastara generalizar sobre ellos para alcanzarlas, sino que requiere de una labor creativa e imaginativa de la que los hechos son sólo una parte (importante), que además incluye y se ve afectada por otras teorías previamente aceptadas, ideas filosóficas, preconcepciones culturales y hasta creencias religiosas.

Estos científicos entienden esta mezcolanza no como una ‘contaminación’, sino como un **requisito imprescindible a la hora de poder realizar progreso en la ciencia**. Estos científicos aceptan, además, que sus teorías no son verdades inmutables y eternas, sino más bien hipótesis más o menos exitosas, pero siempre revisables, en una influencia clara del falsacionismo de Popper.

La utilidad de la Filosofía de la Ciencia

Visto que la **Filosofía de la Ciencia está implícita en la propia labor científica**, cabe considerar el hacerla explícita y mejorarla con buenos argumentos. Puede que el conocimiento filosófico, si bien no sea directamente necesario a la hora de llevar a cabo la labor científica, sea de utilidad a la hora de, por ejemplo, descartar entre supuestos filosóficos que se haya demostrado insostenibles en el debate a lo largo de los años.

Se dice a veces que la Filosofía de la Ciencia se hace de espaldas a la propia ciencia y llevada a cabo por personas desconocedores de ésta. Esto es erróneo, pues **los principales filósofos de la ciencia tienen formación y experiencia como científicos**, habiendo dado después el salto a la filosofía. Tenemos a los físicos Popper, Kuhn, Feyerabend, Laudan, Giere; matemáticos y físicos como Carnap o Lakatos; los matemáticos Kitcher, Niiniluoto, Cartwright... si bien esta formación científica previa no es necesaria para hacer buena Filosofía de la Ciencia, donde muchos de estos filósofos han adquirido sus conocimientos científicos a posteriori.

Existen ejemplos donde la Filosofía de la Ciencia ha influido directamente la labor científica.

- **Ernst Mach**, en su obra *“Desarrollo histórico-crítico de la mecánica”* (1883) realizó una **crítica filosófica de los conceptos newtonianos de espacio y tiempo absolutos** que tendría influencia sobre Einstein y sus estudios posteriores. Mach era un defensor del fenomenismo (los objetos que percibimos no son sino construcciones de nuestras sensaciones o “fenómenos”). Un tiempo y espacio absolutos no tienen sentido desde esta perspectiva, ya que no tenemos ninguna sensación sobre ellos. Mach rechazó el tiempo y espacio absolutos porque :

“no puede ser medido por ningún movimiento, no tiene pues ningún valor práctico ni científico; nadie está autorizado a decir que sabe algo de él; no es sino un ocioso concepto metafísico”

“nadie puede decir algo sobre el espacio absoluto o sobre el movimiento absoluto, que no sean meras abstracciones sin manifestación posible en la experiencia”

- Son también conocidas las **disputas filosóficas entre Bohr y Heisenberg sobre la formulación de la teoría cuántica**, no quedaron en mero plano teórico, y los intentos de clarificación suponen ya de por sí una contribución apreciable para la ciencia.
- Otro ejemplo es el experimento mental conocido como **paradoja Einstein-Podolski-Rosen**, que tiene su origen en estas disputas, y en particular en las convicciones realistas y deterministas de Einstein, dando lugar a posteriores resultados experimentales que han permitido establecer, por ejemplo, que no son posibles teorías locales de variables ocultas.
- Se puede citar también el caso de la **filosofía de la biología**, ámbito en el que se produce una **colaboración especialmente activa entre científicos y filósofos**. Baste recordar el papel que la filosofía de Popper ha desempeñado en el debate entre diferentes escuelas taxonómicas, o la contribución que se ha hecho desde la filosofía en la aclaración y articulación de algunas tesis evolucionistas, así como de algunos conceptos como el de ‘eficacia biológica’ (*fitness*), el de ‘especie’ o el de ‘gen’.
- También la **filosofía de la mente**, que en buena medida es la filosofía de la psicología, ha hecho aportaciones interesantes a la psicología, como por ejemplo la idea de modularidad de la mente, y ha formulado hipótesis interesantes sobre el significado y origen de la consciencia.

Filosofía ‘general’ de la ciencia

La Filosofía de la Ciencia, tal como la hemos caracterizado, es extremadamente amplia y diversificada. Puesto que las manifestaciones de la actividad científica son múltiples y variadas, también lo serán sus análisis filosóficos si no hacemos abstracción de algunas diferencias entre las diversas manifestaciones científicas. Si no abstraemos nada en absoluto encontramos con total diversidad de sistemas conceptuales y teorías.

- En un primer nivel de abstracción tendríamos las **teorías agrupadas por disciplinas**: física, química, biología, psicología, economía, lingüística, matemática, lógica, etc.
- En otro nivel se agruparían las diversas disciplinas en diversos grupos, los correspondientes a la **ciencia natural**, la **ciencia social** y la **ciencia formal**.
- Y todavía en otro grado de abstracción podríamos reunir las dos primeras, **ciencia empírica**, frente a la última, **formal**.

Esto es sólo indicativo, son posibles grados intermedios de abstracción y las diferencias en cada grado son muchas veces fluidas. En consecuencia, la filosofía 'general' de la ciencia:

- **Se centra en la ciencia empírica** y no entra a tratar problemas específicos de las ciencias formales.
- Se realizan abstracciones que apliquen por igual entre las diversas ciencias empíricas, naturales y sociales. Es decir, un **estudio de aspectos comunes**.
- Dentro de la ciencia empírica se va a **desarrollar a nivel general**, va a versar sobre los aspectos comunes a (la mayor parte de) la ciencia empírica. No se van a tratar problemas específicos de ciencias o teorías empíricas particulares, como el espacio-tiempo en la teoría de la relatividad, la medición en mecánica cuántica, la información en biología o el problema de la predictibilidad en economía.

¿Es la Filosofía de la Ciencia una disciplina descriptiva o normativa?

A veces se intenta caracterizar la naturaleza de la Filosofía de la Ciencia en el contexto de la dicotomía "descripción/prescripción" y se discute cuál de las dos funciones ha de desempeñar la disciplina, si la normativa o la descriptiva, (un caso notorio de discusión en estos términos lo representa la polémica entre Popper, Lakatos y Kuhn sobre la falsación).

- Según los partidarios de la **perspectiva normativa**, la tarea de la Filosofía de la Ciencia consiste en imponer normas que se supone deben seguir los científicos en su práctica, y 'juzgarles' o evaluarlos de acuerdo con tales normas. Ser capaz de dictar normas acerca del modo en que debe procederse para hacer ciencia de forma más eficiente o más racional (¿independientemente de que los científicos hagan oídos sordos a dichas normas?)
- Para los partidarios del **descriptivismo**, eso no tiene ningún sentido y lo único que cabe es describir cómo operan de hecho los científicos, y cómo lo han hecho a lo largo de la historia, absteniéndose de cualquier tipo de recomendación o legitimación.

El normativismo neopositivista y los criterios de demarcación

Es fácil reconocer el normativismo en el proyecto de Ciencia Unificada defendido por el Círculo de Viena, que **pretendía una fundamentación lógica de las ciencias**, con el propósito además de desarrollar la ciencias humanas y sociales tomando como modelo los métodos y procedimientos de la ciencias naturales, reconstruidos mediante la lógica.

El mandato implícito sería el de aplicar el 'método científico' tal y como se viene aplicando en las ciencias naturales desde Galileo, abandonando supuestos métodos alternativos (como la comprensión o la empatía), e **introduciendo en la medida de lo posible la matematización y la experimentación**. Son estos claros síntomas del prescriptivismo que impregnaba las propuestas del Círculo de Viena.

Asimismo, los **criterios de demarcación que establecen los neopositivistas, Popper o Lakatos** son ejemplos también de Filosofía de la Ciencia normativa, ya que pretenden establecer un **marco que determine lo que es ciencia y lo que no**. Desde este marco se determina lo que es buena ciencia, un comportamiento racional, el juego limpio en ciencia,... y en general lo que sería el modo de comportamiento ético acorde a **dicha imagen ideal de la ciencia**.

El normo-descriptivismo histórico de Kuhn

Por otro lado, Kuhn reaccionó fuertemente contra dicho normativismo del Círculo de Viena, buscando una **Filosofía de la Ciencia mucho más apegada a la historia real de la ciencia**, alejándose de preconcepciones o de cualquier tipo de “reconstrucción racional”.

Si bien Kuhn no niega el posible matiz normativo de sus ideas (él dice que es a la vez descriptiva y normativa), el objetivo más destacado de su obra es el de **socavar diversos prejuicios provenientes de doctrinas filosóficas** y que, en su opinión, han idealizado la ciencia e impiden realizar una descripción del modo en que realmente se ha llevado a cabo el cambio científico a lo largo de la historia. Kuhn no pretende diluir la labor del filósofo de la ciencia en la del historiador, ya que el filósofo, más que en la narración histórica, se interesa en la consecuencias que puedan seguirse de ella para forjar una imagen adecuada de la práctica científica. El filósofo realiza generalizaciones que pretenden ser válidas en todo tiempo y lugar, mientras que el historiador sólo busca explicar algo que aconteció en un tiempo y lugar. Eso sí, sus propuestas deben realizarse con base en el conocimiento de la historia de la ciencia.

La imposibilidad de la descripción o prescripción puras

Para empezar, **la Filosofía de la Ciencia no puede ser una mera descripción** de lo que hace el científico cuando dice que hace ciencia, pues la mera referencia a aspectos de su actividad que se estiman relevantes para una descripción adecuada suponen ya un concepto previo de lo que es ajustado a una auténtica investigación científica, lo cual la carga ya de cierta normativa.

Por su parte, como recalca **Niiniluoto**, los científicos aprenden su oficio de libros, maestros y colegas, todos influidos por teorías filosóficas (normativas) de la ciencia. Una Filosofía de la Ciencia que quisiera **permanecer limitada a aspectos descriptivos tendría que renunciar al uso directo de conceptos normativos o valorativos** como ‘justificado’, ‘racional’, ‘confirmado’, ‘verdadero’,... y en dichos casos sería difícil seguir considerándolo Filosofía de la Ciencia.

Sin embargo la Filosofía de la Ciencia **tampoco puede ser un sistema *a priori* de teorías** a partir de la cuales obtener normas de actuación para los científicos y que sean completamente ajenas a la propia competencia profesional del científico.

Una Filosofía de la Ciencia fructífera y realista debe ser **compatible con las características fundamentales** que los científicos atribuyen a su propia actividad, así como al **desarrollo histórico de las ciencias**, lo que hace difícil pensar hoy en día en posiciones como la de Carnap para el que su lógica inductiva con su teoría de la confirmación no eran válidos para explicar el funcionamiento real de la ciencia y su despliegue histórico. No implica que los filósofos de la ciencia, desde la perspectiva del conocimiento de lo que ha funcionado bien en el pasado y lo que podría hacerlo en el futuro desde un punto de vista lógico, no puedan realizar prescripciones a los científicos sobre cómo mejorar los métodos de investigación.

Incluso si los filósofos de la ciencia dejaran por completo de hacer prescripciones, no por ello la Filosofía de la Ciencia se convertiría en puramente descriptiva, ya que es inevitable en ella el hacer uso de conceptos valorativos.

Ante tal problema, la resolución de ambas corrientes se ha intentado de dos maneras: mediante “soluciones de compromiso”, o mediante una crítica a tal dicotomía.

Intuiciones preanalíticas, naturalismo normativo y epistemología naturalizada

[--] Larry Laudan, en *"Progress and its problems"* (1977), defiende una síntesis entre ambos elementos descriptivos y normativos. El filósofo de la ciencia posee ciertas **intuiciones preanalíticas** acerca de la racionalidad científica, como por ejemplo que *"era racional aceptar la mecánica newtoniana y rechazar la mecánica aristotélica en 1800"*.

Un modelo filosófico de racionalidad científica debía conducir a la aceptación de la mayoría de esas intuiciones preanalíticas acerca de los casos históricos que pueden ser considerados como **arquetipos de racionalidad** y que serían la *pedra de toque* para evaluar y justificar las propuestas metodológicas **con las que juzgar a su vez** la racionalidad de los demás episodios de cambio de teorías. Esto implica que el modelo de racionalidad científica válido debía ser:

- **descriptivo** con respecto a esos **casos paradigmáticos e intuitivos**
- **normativo** con respecto a los **demás episodios históricos más "borrosos"**:

"Como en la ética, así en la Filosofía de la Ciencia: no invocamos un conjunto elaborado de normas para explicar los casos obvios de evaluación normativa (no necesitamos que la ética formal nos diga si el asesinato de un niño sano es moral), sino más bien para ayudarnos en ese conjunto mayor de casos en los que nuestras intuiciones preanalíticas no están claras"

Más tarde Laudan concluye que no existen dichas intuiciones preanalíticas entendidas como juicios unánimes y permanentes. El **naturalismo normativo** que desarrolló en su lugar tuvo también un compromiso entre los elementos normativo y descriptivo, según el cual las normas que pueda establecer la Filosofía de la Ciencia han de entenderse como **"imperativos hipotéticos"** que **conectan medios y fines**, es decir, como enunciados de la forma *"si tu fin (cognitivo) es A (teorías fiables), un buen medio para ello es hacer B en lugar de C"*. Lo descriptivo no desaparece de este enfoque, ya que **la validez de dichas normas ha de ser establecida empíricamente mediante estudio de casos históricos**. Tenemos pues un análisis descriptivo de la (historia de la) ciencia, base para sustentar una serie de propuestas normativas, que serán revisables en tanto vayan apareciendo nuevas evidencias empíricas.

[--] En una línea similar se expresó Ronald Giere, que basaba la propuesta de las normas hipotéticas en epistemología no en la historia de la ciencia, sino en las diversas disciplinas científicas involucradas en el análisis del conocimiento (ciencias cognitivas, biología evolucionista...). Puede decirse que con el desarrollo de la **epistemología naturalizada** se produce un **resurgimiento del descriptivismo, pero sin abandonar el normativismo**.

Para el naturalista moderado, **el conocimiento empírico con el que fijamos nuestras creencias es relevante para la discusión acerca de las normas que han de establecerse para justificar dichas creencias**. Por ello, cuanto mejores teorías empíricas tengamos sobre el conocimiento, mejores normas epistémicas podremos obtener.

Descripción, prescripción e interpretación

La postura de José Díez y C. Ulises Moulines, tal y como muestran en *"Fundamentos de la Filosofía de la Ciencia"* (1997), la Filosofía de la Ciencia **describe, prescribe e interpreta**, sin que ninguna de ellas prevalezca a las demás, rechazando así el dilema de tener que elegir.

El hecho de **que describa no excluye el que pueda prescribir**, ya que la ciencia se rige de por sí por una serie de **reglas convencionales implícitas** a su propia práctica. Se trata de una macro-actividad que consta de un cúmulo de otras actividades menores, por ejemplo:

contrastar hipótesis, experimentar, explicar, formular teorías,... En este sentido, al menos parte de la Filosofía de la Ciencia tiene por tarea hacer explícitas las reglas que rigen las diversas partes de esa actividad que es hacer ciencia. Y al igual que los buenos argumentadores saben argumentar sin ser por ello capaces de decir en qué consiste argumentar bien, los buenos científicos que, por ejemplo, saben contrastar (correctamente) sus hipótesis no tienen por ello por qué ser capaces de decir en qué consiste realizar una buena contrastación, ésa es la tarea del filósofo de la ciencia.

- **Explicitar** dichas **reglas** hace posible también **evaluar si han sido seguidas** o no en determinados casos y establecer así si la investigación ha procedido correctamente.

El carácter normativo no consiste aquí en decidir autónomamente qué reglas deben seguirse, sino en decidir qué reglas deben seguirse porque son *de hecho* las que rigen la práctica científica. Una situación análoga se presenta en disciplinas como la lógica y la gramática. Pero además, la Filosofía de la Ciencia presenta, de acuerdo con estos autores, una **faceta interpretativa**, como cuando se ocupa del **análisis y reconstrucción de las teorías científicas**.

Algunas tareas de la Filosofía de la Ciencia son a la vez descriptivo-normativas, y otras son interpretativas. **En casi todas están presentes ambas dimensiones**, en unas prima más el aspecto descriptivo-normativo (el estudio de la contrastación de hipótesis), en otras ambos (análisis de la explicación científica o el de la evaluación teórica), y en otras, por último, domina la dimensión interpretativa (el análisis y reconstrucción de teorías).

La Filosofía de la Ciencia tiene por objeto la actividad científica. Esta actividad involucra prácticas regidas por normas-convenciones y la explicitación de estas convenciones constituye la parte descriptivo-normativa de la Filosofía de la Ciencia. Pero la actividad científica no sólo involucra prácticas convencionales, también involucra esencialmente entidades, constructos científicos. Contrastación, medición o experimentación son ejemplos de prácticas científicas; conceptos, leyes y teorías son ejemplos de constructos científicos. El análisis metacientífico de las prácticas tiene un carácter descriptivo-prescriptivo, el análisis metacientífico de las entidades científicas es esencialmente interpretativo.

Cabe aceptar que la Filosofía de la Ciencia describe, prescribe e interpreta; siendo consciente de los límites de cada una de dichas tareas.

- Sus **descripciones** dependen de evaluaciones previas que introducen desde el principio un componente normativo o prescriptivo inevitable. No hay descripción de la actividad científica si antes no hay una decisión normativa acerca de qué debe considerarse como tal cosa.
- Sus **prescripciones** deben estar muy atentas a lo que ha sido la práctica real de los científicos, pues no tendría sentido una Filosofía de la Ciencia que dictara normas a los científicos desde consideraciones *a priori* sobre lo que debe ser la ciencia, ni tendría sentido tampoco una visión tan estrecha de la ciencia que declarara poco o nada aceptable desde el punto de vista racional casi todo lo hecho hasta el momento en la ciencia. No se trata de que con las normas se enmiende la plana a los científicos, sino de ayudarles recordándoles lo que ha funcionado bien en otras ocasiones similares.
- Sus **interpretaciones** son siempre realizadas desde supuestos que pueden variar, y que de hecho han variado con el tiempo.

Así pues, estos dos aspectos de la actividad metacientífica no son excluyentes, **la Filosofía de la Ciencia es una actividad a la vez interpretativa y descriptivo-normativa**.

Importancia de la Historia de la Ciencia y de otras disciplinas para la Filosofía de la Ciencia

El giro historicista

Decía Lakatos parafraseando a Kant que:

“La Filosofía de la Ciencia sin la historia de la ciencia es vacía; la historia de la ciencia sin la Filosofía de la Ciencia es ciega”

Ni la filosofía del Círculo de Viena ni la de Popper vieron nunca sus propuestas como algo que pudiera ser revisado a la luz de la historia de la ciencia. Evidentemente tenían un conocimiento profundo de la historia de la ciencia, y sus propuestas estaban basadas en dicho conocimiento, en particular en el de la ciencia contemporánea.

- La filosofía **neopositivista** pretendía una **reconstrucción racional de la ciencia**, dando por sentado entonces que la historia real no se había desarrollado según esa imagen idealizada y con dicha reconstrucción vendrían a exponer cómo debería haber sido.
- **Popper** no creía que la historia de la ciencia sirviera para contrastar las teorías de la Filosofía de la Ciencia, ya que **no la consideraba como una disciplina empírica**.

Como reacción a ambas posturas, a partir de los años 50, y en especial desde los 60, la Filosofía de la Ciencia dirige su mirada de forma decidida hacia la historia de la ciencia, tanto como **fuentes** de la que extraer **ejemplos** para ilustrar teorías filosóficas como para ser un **elemento de juicio para poner a prueba la validez de dichas teorías**. Se aproxima de este modo la Filosofía de la Ciencia a las ciencias empíricas en la medida en que sus propuestas teóricas debían contrastar con los datos que proporciona la historia de la ciencia.

Los artífices de este giro historicista fueron autores como Hanson, Kuhn, Toulmin, Feyerabend, Buchdahl, Polanyi... siendo el rasgo más destacado de este nuevo enfoque el **rechazo de la lógica formal** como herramienta principal para el análisis de la ciencia, siendo sustituido por la **confianza en el estudio detallado de la historia de la ciencia**. Si bien, esta conexión entre historia y ciencia no es nueva, pues ya Whewell, Duhem, Mach y Koyré ya la consideraron. Tampoco desaparece el uso de herramientas lógicas, sino que pasa a formar parte de algunos enfoques, como el que ofrece la concepción semántica de las teorías, o en el estudio de los procesos dinámicos de cambio científico.

Este acercamiento a la historia de la ciencia ha favorecido el que:

- Surjan nuevas vías de investigación alternativas que permitan dirimir las ‘discusiones escolásticas’ en que se habían enfangado algunos en los debates a mediados del siglo XX. Escribía al respecto Kuhn:
“La historia de la ciencia puede contribuir a salvar la brecha que hay entre los filósofos de la ciencia y la propia ciencia, la cual puede ser para ellos tanto una fuente de problema como de datos”
- El resultado más importante de este giro hacia la historia es el de introducir entre los fines primarios de toda teoría filosófica sobre la ciencia el deseo de **ofrecer una imagen lo más ajustada posible del desarrollo histórico de la misma**, destacando los factores extracientíficos (sociales, psicológicos, éticos, políticos,...) que intervienen en dicho desarrollo. La imagen resultante es menos monolítica y menos “racionalista” como la ofrecida por el neopositivismo, siendo así más sutil y menos idealizada.

No todos los filósofos comparten la visión kuhniana del cambio científico, y **la visión simplificada de la historia de la Filosofía de la Ciencia como un primer periodo neopositivista seguida del historicista es demasiado simple**. Siempre han coexistido enfoques diversos, que integran todo tipo de posturas e intereses (incluso ahora siguen vigentes planteamientos neopositivistas). El giro historicista no sólo fortaleció la importancia del estudio de la historia, sino que dio pie a una actitud más atenta a los problemas filosóficos suscitados por la propia ciencia, en vez de los problemas que al filósofo le interesa suscitar al hilo de la ciencia.

Naturalización de la epistemología

La historia de la ciencia no es la única disciplina relevante para el filósofo de la ciencia. La **crítica de Quine a la división analítico-sintético** tuvo, entre otras muchas, la consecuencia de socavar una de las bases en las que se había sustentado hasta entonces la epistemología: la idea de que la tarea de analizar el conocimiento humano, en la medida en que era una tarea filosófica, podía hacerse de forma *a priori*, ya fuera mediante el análisis conceptual, lógica, o trascendental, sin necesidad de recurrir a los propios resultados de la investigación empírica. En su obra *“La naturalización de la epistemología”* (1969), defiende la tesis de que ese modo de proceder era erróneo y que la **epistemología debía naturalizarse**. Significa que la epistemología debe abandonar los procedimientos especulativos y *a priori* que la venían caracterizando y pasar a formar parte de la ciencias empíricas (de la psicología en concreto).

Esta propuesta tuvo un éxito creciente, adoptando diversas formas. Si bien **no todos sus adeptos defienden la disolución de la epistemología en una ciencia empírica**, ya que para la mayoría se trata de propiciar un acercamiento entre la epistemología y las ciencias empíricas, de modo que la primera deje de ser una disciplina con pretensiones de fundamentación de la ciencia, para pasar a ser un campo en el que la investigación se produzca basada los resultados de aquellas disciplinas que, de un modo u otro, tienen algo que decir del conocimiento. Cómo mínimo, este planteamiento ha servido para propiciar un intenso **debate interdisciplinar** en el que filósofos y científicos de distintas disciplinas participan de manera fructífera.

Según el filósofo Tom Nickles existen **tres oleadas de “naturalización”** (de información e investigación empírica) en la Filosofía de la Ciencia:

- La **primera**, en la década de los 60, consistente en sustentar los modelos de cambio científico sobre **estudios históricos** detallados en lugar de sobre preconcepciones filosóficas o reconstrucciones lógicas.
- La **segunda**, más bien una oleada de **socialización**, en la década de los 70. **Influidos por Kuhn** y sus planteamientos, **sociólogos de la Universidad de Edimburgo** (Barry Barnes y David Bloor), y otros como Bruno Latour, Harry Collins, Trevor Pinch, Steve Woolgar y Karin Knorr-Cetina, iniciaron una serie de estudios tratando de poner de relieve el carácter básicamente social del desarrollo y del cierre de controversias en el ámbito de la investigación científica. Para ellos la ciencia era una actividad socialmente articulada, y su producto – las teorías científicas – como algo socialmente construido. Desde entonces la **sociología de la ciencia** se convierte en un enfoque imprescindible de la ciencia, complementario para unos y alternativo para otros de la Filosofía de la Ciencia.

- La **tercera** se inició en los 80, tomando dos orientaciones principales.
 - Por un lado se basa en los avances de la **psicología cognitiva** (estudios empíricos sobre el razonamiento, percepción, clasificación...) y de las restantes ciencias cognitivas, en especial la inteligencia artificial;
 - Sus principales exponentes son Ronald **Giere**, Alvin **Goldman**, Paul **Thagard** y Paul **Churchland**. Según Giere, el motor de este enfoque es:

“que las ciencias cognitivas puedan llegar a desempeñar en relación a la Filosofía de la Ciencia el mismo papel que desempeñó la lógica formal para el positivismo lógico o que desempeñó la historia para la escuela histórica”.
 - Por otro la que se basa en ciertas **disciplinas biológicas**, en especial la biología evolucionista así como la neurobiología.
 - Trata de explicar las bases evolutivas de las capacidades perceptivas y cognitivas del ser humano. La **epistemología evolucionista** parte del convencimiento de que nuestras capacidades cognitivas, e incluso muchas de sus estructuras concretas, son producto de la selección natural.
 - El propio Quine había sugerido que la teoría darwinista de la evolución era un elemento imprescindible para dar cuenta del carácter fiable de muchas de nuestras creencias. Los exponentes más relevantes de esta disciplina son Konrad **Lorenz**, Rupert **Riedl**, Michael **Ruse** y Gerhard **Vollmer**. En la década de los 70 Karl **Popper**, Stephen **Toulmin** y Donald **Campbell** ya habían empleado la teoría de la evolución como analogía para explicar el cambio de teorías en la ciencia.
 - Para poder avanzar en este marco que plantea el estudio de las capacidades cognitivas desde la teoría de la evolución es necesario un extenso trabajo empírico que amplíe lo poco que sabemos aún sobre cómo evolucionaron nuestros sentidos, nuestro cerebro o nuestras estructuras cognitivas. Sin embargo, desde una perspectiva filosófica cabe ya replantear cuestiones tradicionales a fin de encontrar nuevas respuestas a las mismas. Una de ellas es la de la suposición del carácter adaptativo de nuestras capacidades cognitivas y la posibilidad de inferencia de la fiabilidad general del conocimiento obtenido con ellas.

Críticas a la naturalización de la epistemología

La naturalización de la epistemología ha sido cuestionada en mayor o menor medida por filósofos que piensan que la epistemología está comprometida necesariamente con la cuestión de **validez** del conocimiento (del modo en que lo validamos o justificamos), mientras que la psicología cognitiva o alguna de sus disciplinas biológicas pueden quizá proporcionar explicaciones causales de los conocimientos pero sin poder justificarlos. Muchos epistemólogos son reacios a aceptar la relevancia de las ciencias empíricas para la epistemología. Algunos (los herederos del segundo Wittgenstein) consideran que **las cuestiones epistemológicas son conceptuales y no empíricas**; otros porque piensan que **una epistemología naturalizada no deja cabida a aspectos normativos** que asumen necesarios a fin de garantizar los conocimientos.

Desde la sociología de la ciencia (Woolgar) se ha llegado a negar la legitimidad del enfoque cognitivo de la ciencia, acusándola de que usar el lenguaje de la cognición para estudiar la

ciencia es prematuro, superfluo e innecesariamente mistificador; un intento erróneo y empobrecedor de apartar la vista del carácter socialmente construido del conocimiento.

Frente al naturalismo más radical de Quine, que buscaría la disolución de la epistemología en alguna ciencia empírica, tenemos una postura de un **naturalismo moderado**, como la que plantea William **Bechtel**:

“La mayor parte de los filósofos de hoy en día {al menos en la tradición angloamericana} mantendrían que la ciencia empírica es relevante para las discusiones, tanto epistemológicas como ontológicas, sobre la mente, pero con todo mantienen que los problemas filosóficos son distintos de los problemas empíricos que se plantean en otras disciplinas de la ciencia cognitiva”

Ante la crítica de que el naturalismo abandona la pretensión normativa de la epistemología, los naturalistas suelen responder que no sólo no se abandona, sino que puede aprovecharse del conocimiento empírico proporcionado por la ciencia. Debemos utilizar lo que sabemos empíricamente acerca de qué funciona mejor a la hora de obtener conocimientos fiables para proponer normas o criterios que favorezcan estrategias que han mostrado funcionalidad. Cuanto mejores hipótesis científicas tengamos sobre el conocimiento, mejores normas epistémicas podremos obtener, pues serán más eficientes para la consecución de los objetivos cognitivos pertinentes, y más realistas.

Así, el estudio científico de las capacidades cognitivas humanas y del modo en que éstas actúan puede servir para formar una mejor imagen de qué debe considerarse un *buen* conocimiento y para sugerir, donde sea posible, cómo mejorar la obtención de los mismos. Dicho estudio permitiría no dar por buenas normas epistémicas que impliquen ir más allá de lo permitido por dichas capacidades. Como argumenta Alvin Goldman, la atribución de un carácter normativo y evaluativo a la epistemología no está necesariamente reñida con la admisión para ésta de una ayuda considerable proveniente desde las ciencias empíricas.

En general, las críticas que se han realizado contra la epistemología naturalizada serían:

- **No es propiamente epistemología**, ya que tiene un **carácter descriptivo y no normativo**, es decir, no sirve para justificar nuestros conocimientos, ni para establecer criterios de acuerdo con los cuales poder juzgar si son o no correctos.
- **Se basa en un argumento circular**, ya que para establecer la fiabilidad de nuestro conocimiento presupone que la ciencia es fiable. No puede concluir legítimamente la fiabilidad de nuestros conocimientos puesto que la da por sentada desde el principio, al menos en lo que a la ciencia se refiere.
- **No ha ofrecido hasta el momento resultados concretos**, lo que la reduce a un nivel puramente programático.

Conceptos Fundamentales de la Filosofía de la Ciencia

Modos de inferencia: deducción, inducción y abducción

La ciencia, entre otras cosas, es una actividad intelectual en la que se realizan inferencias o razonamientos a fin de obtener conclusiones a partir de determinadas premisas.

Deducción

La deducción es aquel modo de inferencia en el que **la conclusión se sigue demostrativamente de las premisas** (es la única inferencia **demostrativa** como tal), con lo que queda totalmente fundamentada por éstas.

En una inferencia deductiva correcta o válida no es posible que sean verdaderas las premisas y que al mismo tiempo sea falsa la conclusión, por lo tanto, **si se acepta la verdad de las premisas debe necesariamente aceptarse la verdad de la conclusión**.

- En este sentido se dice que **las inferencias deductivas son preservadoras de la verdad**.
- Adviértase que la verdad de un argumento y su corrección formal son dos cosas distintas: un argumento puede ser correcto formalmente sin ser verdadero en su contenido y puede ser verdadero en su contenido sin ser correcto formalmente.

En la lógica formal, una inferencia deductiva válida consiste en la transformación de unos enunciados (las premisas) en otro (la conclusión) a través de un proceso intermedio, de extensión y complejidad variable, en el que se utilizan las reglas de la lógica deductiva como base para dichas transformaciones. Establecen relaciones formales entre ciertos símbolos que pretenden recoger elementos fundamentales del lenguaje ordinario y científico (enunciados, predicados, conectivas) relevantes en la estructura de los razonamientos. A diferencia de las inferencias inductivas, **no son inferencias ampliativas**, es decir, la conclusión **se limita a desplegar una información que ya estaba implícita en las premisas**.

Consideremos algunos ejemplos de inferencias deductivas.

1. Todas las ballenas son mamíferos y todos los mamíferos tienen la sangre caliente, por lo tanto, todas las ballenas tienen la sangre caliente.
2. Si una teoría es completa, todo elemento de la realidad física ha de tener una contrapartida en la teoría. Si podemos predecir con certeza el valor de una cantidad física sin perturbar el sistema de ningún modo, entonces esa cantidad física es un elemento de la realidad. Podemos predecir con certeza el momento y la posición de una partícula subatómica **B** sin perturbarla (haciendo las mediciones pertinentes sobre otra partícula **A** que interactuó con ella en el pasado). Luego el momento y la posición de **B** son elementos de la realidad. Pero la posesión simultánea de momento y posición por parte de una partícula subatómica no tiene contrapartida en la teoría cuántica. Por tanto, la teoría cuántica no es completa. (Argumento de Einstein, Podolski y Rosen en favor de la incompletud de la teoría cuántica).

3. La probabilidad de encontrar en la población un alelo recesivo de un gen autosómico causante de una enfermedad genética en el ser humano cuando está en homocigosis es de $p=0,1$. El ser humano es diploide. Por tanto, la frecuencia de enfermos en la población será de $p^2=0,01$.
4. Sabemos que $E=mc^2$ (ecuación de Einstein que iguala la energía de un sistema con su masa por la velocidad de la luz al cuadrado); sabemos también que $E=h\nu$ (ecuación de Planck que establece que la energía es siempre emitida o absorbida (y en general, toda radiación de energía en tránsito se distribuye en el espacio) en cantidades discretas (cuanta) cuyo valor es (múltiplo entero de) la frecuencia de oscilación (ν) multiplicada por una constante h (constante de Planck)); y finalmente sabemos que $\nu=c/\lambda$ (la frecuencia de una onda es igual a su velocidad, en este caso la velocidad de la luz c , dividida por su longitud λ); luego $\lambda mc^2=hc$, o lo que es igual, $\lambda=h/mc$. Por lo tanto, $\lambda=h/p$. (Este razonamiento, cuya autoría es de Louis de Broglie, es la idea base de la mecánica ondulatoria. En su tesis doctoral (1924) de Broglie sostuvo que *"una onda puede ser una partícula y una partícula puede ser una onda"*. Como se ve en la conclusión del esquema de razonamiento que presentamos, toda partícula en movimiento tiene asociada una onda cuya longitud de onda es $\lambda=h/p$, donde p es el momento de la partícula (mv)).

Inducción

En cuanto a la inducción, quizás la mejor forma de definirla sea contraponiéndola a la deducción. La inducción sería entonces aquel modo de inferencia en el que **la conclusión no se sigue demostrativamente de las premisas, sino que sólo obtiene de éstas un cierto apoyo o fundamentación**. Puede decirse que las premisas proporcionan una buena razón para aceptar la conclusión, o que ésta se sigue de aquéllas no con necesidad lógica, sino sólo con un **grado de probabilidad**. Un argumento inductivo será tanto mejor cuanto mayor sea el apoyo que las premisas presten a la conclusión: cuanto más probable hagan a la conclusión.

Por tanto, en la inducción **la verdad de las premisas no implica la verdad de la conclusión**, como sucede en la deducción. Podemos tener una inferencia inductiva en la que lleguemos a una conclusión falsa a partir de premisas verdaderas y, sin embargo, la regla inductiva que sigue dicha inferencia puede conducir de hecho en muchas otras ocasiones a conclusiones verdaderas. Esto hace que el argumento pueda ser lógicamente aceptable pese al hecho de llegar a una conclusión falsa desde premisas verdaderas. Una forma más clara de decirlo es ésta: **las conclusiones de las inferencias inductivas están sujetas a excepciones**. Pueden ser verdaderas en muchos casos, pero falsas en otros. Y esas excepciones no inutilizan el argumento.

Se dice también que **la inducción es una inferencia ampliativa**, puesto que hay siempre más información en la conclusión de la que se contiene en las premisas, cosa que no sucede en la deducción. La conclusión, por ejemplo, puede referirse a individuos de los que nada se dice en las premisas; o a momentos futuros del tiempo, mientras que las premisas lo hacen a momentos pasados; o viceversa. Este carácter ampliativo ha dado lugar a una intensa discusión desde Hume en adelante acerca de cómo justificar el salto hacia una mayor información (el **problema de la inducción**).

Dada la variedad de posibilidades, no hay una tipología estándar de las formas que puede adoptar la inducción, pero una clasificación útil podría ser ésta:

Enumeración simple

Si una serie indefinida de casos coinciden en una propiedad (o en su carencia), se generaliza y se concluye que todos los casos la presentan (o carecen de ella); o bien se infiere que el siguiente caso observado la presentará (o carecerá de ella).

- Cuanto mayor sea el número de casos observados, más fuerza tendrá el argumento.
- En el caso extremo, si hemos examinado todos los casos posibles y todos coinciden en una propiedad, la conclusión se establece deductivamente, no inductivamente. Estaríamos entonces ante lo que impropriamente se conoce como '**inducción por enumeración completa**'.

El esquema de la inducción por enumeración simple sería:

- A_1 es B , A_2 es B , A_3 es B , ..., A_n es B
- Por lo tanto, todos los A son B (ejemplo $A_i = \text{cuervo}_i$, $B = \text{es negro}$)
- O bien: Por lo tanto, A_{n+1} es B

Ejemplo: Juan (que es un ser humano) es mortal, Luisa (que es un ser humano) es mortal, Antonio (que es un ser humano) es mortal, María (que es un ser humano) es mortal,... Luego todos los seres humanos son mortales. O bien: Luego Alberto (que es un ser humano) es también mortal.

Inducción eliminativa

Su origen puede retrotraerse a las **tablas de presencia y ausencia de Bacon**, mediante las cuales llegó a establecer que el calor está relacionado con el movimiento. También puede considerarse como inducción eliminativa el **método de la diferencia** y el **método conjunto de la concordancia y la diferencia** de John Stuart Mill. Se trata de un procedimiento inferencial especialmente útil en la detección de las causas de un fenómeno. Básicamente, se razona del siguiente modo:

Si siempre que se da un determinado fenómeno concurre la circunstancia c , y cuando falta c , permaneciendo todo lo demás igual, no se da el fenómeno, entonces c es la causa o forma parte de la causa del fenómeno (al menos como condición necesaria). La conclusión es siempre revisable, ya que no podemos estar seguros de haber considerado todos los factores relevantes.

Un posible esquema sería este:

- Dado c , A es B
- No se da c , A no es B
- Por lo tanto, c es la causa de que A sea B

Ejemplo: Colocamos un trozo de carne en un recipiente de vidrio con una abertura grande y lo sometemos a un proceso de cocción en el que matamos a todos los microorganismos que pudieran estar presentes. Hacemos lo mismo con otro trozo de carne, pero esta vez en un recipiente de vidrio con un cuello estrecho y sinuoso. El primer trozo se pudre a los pocos días, pero el segundo no. Así, la causa del proceso de descomposición debe estar en microorganismos presentes en el aire que el primer recipiente dejaba pasar y el segundo no. (Experimento de Pasteur contra la generación espontánea).

Ejemplo: De las dos divisiones de maternidad de un hospital, en la división A se da un alto índice de muerte por fiebre puerperal y en la B no. Un cirujano muere con síntomas muy parecidos a los de la fiebre puerperal después de haberse cortado con un bisturí durante la realización de una autopsia. Las parturientas de la división A son atendidas por estudiantes de medicina que acudían a dicha división tras las prácticas con cadáveres sin lavarse las manos. Las parturientas de la división B son atendidas por comadronas que no tienen contacto con cadáveres. Tras ordenárseles a los estudiantes que se lavaran las manos en una solución de cal clorurada, el índice de mortalidad de las dos divisiones se igualó. Por tanto, la causa de la fiebre puerperal debía estar en la "materia cadavérica" que llevaban los estudiantes en sus manos. (Ignaz Semmelweis en 1847).

Razonamiento estadístico

Una forma de razonamiento estadístico de tipo inductivo es la generalización estadística. En ella se parte de la premisa de que en una determinada muestra de una población la proporción de miembros que poseen cierta propiedad es r para concluir (con cierto margen de error que dependerá de lo representativa que sea la muestra) que la misma proporción se da en la población completa.

Ejemplo: En el estudio realizado sobre una muestra representativa de los españoles, sólo el 20% está satisfecho con el funcionamiento de la justicia. Por lo tanto, sólo el 20% de los españoles está satisfecho con el funcionamiento de la justicia.

En cambio, en el silogismo estadístico, en lugar de ir desde la muestra a la población en general, se parte de premisas que expresan la posesión de una propiedad con una cierta probabilidad mayor que $\frac{1}{2}$ por parte de un conjunto de individuos para concluir con esa probabilidad que un determinado individuo de ese grupo posee dicha propiedad.

Esquemático sería:

- $P(B/A)=r$
- i es un caso de A
- Por tanto, con la probabilidad r , i es un caso de B .

Ejemplo: La probabilidad de que un afiliado a un sindicato socialista vote a un partido de izquierda en las elecciones es muy alta, Juan es un afiliado a un sindicato socialista; por lo tanto, Juan votará muy probablemente a un partido de izquierda en las elecciones.

Razonamiento por analogía

Se parte de premisas que expresan la similitud de dos o más cosas en un cierto aspecto para concluir la similitud de esas cosas en otro aspecto distinto.

El razonamiento por analogía podría ser esquematizado del siguiente modo:

- A es P, Q, R, S .
- B es P, Q, R .
- Por lo tanto, B es S .

Ejemplo: La Tierra presenta notables similitudes con otros planetas del Sistema Solar. Todos giran alrededor del Sol; varios giran alrededor de su eje; algunos tienen lunas. Por consiguiente, no es disparatado pensar que estén habitados. (Argumento de Thomas Reid en "*Essays on the Intellectual Power of Man*").

Como se ve, estamos ante un caso de razonamiento falso, porque las analogías elegidas son bastante irrelevantes para la conclusión. Pero este mismo esquema, cuando las analogías son mejores, puede conducir y conduce en la práctica a muchas conclusiones verdaderas. Un ejemplo de ello es el siguiente:

Ejemplo: Cuando una placa con un cultivo de bacterias gram-positivas se contamina con un hongo del género *Penicillium*, las bacterias no se desarrollan y desaparecen. Por lo tanto, este hongo podría ser usado también para curar las infecciones causadas por bacterias gram-positivas. (Argumento de Alexander Fleming).

'Inducción' matemática o recursiva

Hay un caso especial de inferencia que recibe el nombre de **inducción matemática o recursiva**, en cuya formulación precisa participaron Blaise **Pascal**, Pierre **Fermat** y Richard **Dedekind**. Consiste en inferir de acuerdo con la siguiente regla:

si el primer elemento de una serie posee una propiedad P , y el sucesor de cualquier elemento de la serie que la posea también la posee, entonces todos los elementos de la serie poseen la propiedad P .

No obstante, pese al nombre que lleva, este tipo de razonamiento no es inductivo, sino deductivo. A primera vista parece un tipo de generalización a partir de cierto número de casos, pero lo cierto es que la regla nos permite obtener información sobre todos los casos no examinados. Una vez que hemos probado que el primer elemento tiene la propiedad P y que hemos probado que si la tiene el elemento n , la tiene también el elemento $n+1$, entonces en un efecto dominó podemos derivar deductivamente que la tiene cualquier otro elemento. Como en el caso de la inferencia por enumeración completa, la generalización realizada no contendría más información que la que estaba implícita en las premisas. La mal llamada inducción matemática permite, pues, a diferencia de los argumentos inductivos auténticos, demostrar la conclusión.

Abducción

Finalmente, un tercer tipo de inferencia es la **abducción**, también conocida como **inferencia de la mejor explicación** e incluso como **inducción hipotética**. Los primeros análisis formales sobre este tipo de inferencia se deben al filósofo pragmatista norteamericano Charles Sanders **Peirce**.

Existe una discusión acerca de si la abducción es propiamente un tercer tipo de inferencia o si se trata de una modalidad de razonamiento inductivo. La razón es que, al igual que la inducción, no se trata de una inferencia demostrativa, es decir, **la conclusión se establece solo con un cierto grado de confianza** o de justificación, **pero no con necesidad lógica**. Las premisas podrían ser verdaderas y la conclusión falsa pese a la corrección formal del argumento.

La verdad de la conclusión no queda, pues, probada o garantizada. Es también, como la inducción, un tipo de **inferencia ampliativa** y un tipo de inferencia no-monótona. Esto último significa que **la adición de nuevas premisas, de nuevas evidencias, puede llevar a cambiar la conclusión**⁴.

4 Hay autores, en efecto, que prefieren reservar el término 'inducción' sólo para las generalizaciones o incluso sólo para la enumeración simple. En tal caso la abducción no será vista como una forma de inducción, sino como algo alternativo a deducción e Inducción y quizás más fundamental. Hay quien,

En las inferencias abductivas, se parte de un fenómeno que necesita una explicación y **se concluye aquella hipótesis que mejor explica dicho fenómeno**, entendiendo por tal aquella de las explicaciones disponibles adecuadas al fenómeno que sea más simple, más coherente con otras hipótesis aceptadas, más exacta, más capaz de encajar todos los detalles, más abarcante, etc.

Las inferencias abductiva tienen especial relevancia dentro del debate sobre el realismo científico, ya que los realistas han solido utilizarla en defensa de sus tesis, afirmando que el realismo es la hipótesis que mejor explica el éxito de la ciencia.

El esquema que caracterizaría a este tipo de razonamientos, del cual hay diversas versiones, vendría a ser algo como esto:

- *D es una colección de datos*
- *H explica D*
- *Ninguna otra hipótesis puede explicar D tan bien como H*
- *Por lo tanto, H es probablemente verdadera*

O bien:

- *Por lo tanto, H merece ser provisionalmente aceptada y desarrollada*

Ejemplo: En un yacimiento es hallado el cráneo fósil de un cánido [Canis/aleonon] que presenta grandes asimetrías y carece de varios dientes, en particular de un canino superior que nunca se llegó a formar. Estos defectos de origen genético le dificultaban con toda seguridad la caza de una forma severa. Sin embargo, no era el cráneo de un individuo joven, sino de un adulto. Esto podría explicarse muy bien si la jauría le hubiera proporcionado alimentos a dicho individuo. Por lo tanto, probablemente la jauría le ayudó en su alimentación. (Argumento de Palmqvist et al. 1999).

Ejemplo: Al bombardear finas láminas de oro con un haz de partículas alfa que tienen carga positiva, son muy masivas y poseen una gran energía cinética, la gran mayoría de ellas atraviesan la lámina y salen dispersadas con un pequeño ángulo de inclinación. Pero sorprendentemente algunas rebotan frontalmente y salen despedidas hacia atrás. Por tanto, los átomos de la lámina deben tener concentrada la mayor parte de su masa en un núcleo con carga positiva rodeado de electrones relativamente alejados del núcleo. (Argumento de Emst Rutherford en 1910).

Ejemplo: Trece procedimientos de estimación diferentes basados en fenómenos físicos muy dispares dan unos valores asombrosamente coincidentes (entre 6 y $7,7 \cdot 10^{23}$) para el número de Avogadro. Por tanto, dicho número representa una magnitud real, lo que significa que las moléculas (y los átomos) existen realmente y se encuentran en la proporción establecida por dicho número. (Argumento de Jean Perrin en 1913). El valor actual del número de Avogadro es $6,023 \cdot 10^{23}$.

por el contrario, considera que la abducción, entendida como inferencia de la mejor explicación, engloba a todo razonamiento inductivo. Hay también quien distingue entre abducción e inferencia de la mejor explicación, reservando el primer término para un proceso inferencial creativo que conduzca a nuevas hipótesis y el segundo para un proceso inferencial que pretenda establecer únicamente si, en función de sus virtudes explicativas, debe o no aceptarse una hipótesis ya formulada.

Algunas consideraciones

Evitar la concepción clásica de las inferencia

- Desde Aristóteles en adelante ha sido común definir
 - *la deducción como un tipo de inferencia que va de lo general a lo particular.*
 - *la inducción como un tipo de inferencia que va de lo particular a lo general.*
- En realidad, y hablando estrictamente, **estas definiciones son incorrectas**. Puede haber deducciones que vayan de lo general a lo general (por ejemplo, en el modelo nomológico-deductivo cuando se deduce una ley general a partir de otra ley o leyes generales), e incluso de lo particular a lo general (como en el caso de la mal llamada inducción por enumeración completa); e igualmente puede haber inducciones que vayan de lo particular a lo general y de lo general a lo particular (como en el ejemplo del silogismo estadístico).

Caracterización errónea de la inducción como método científico

Dentro de la tradición empirista clásica se tendió a identificar el método científico con el uso de inferencias inductivas en las que se pasaría de las observaciones de hechos concretos al establecimiento de leyes generales. Los ejemplos que hemos puesto anteriormente muestran que esta identificación es inapropiada.

- Por un lado, **las inferencias inductivas**, que ciertamente desempeñan una función importantísima en la ciencia y en la vida cotidiana, **no se reducen a la generalización a partir de observaciones**.
- Por otro lado, **la abducción o inferencia de la mejor explicación encaja mucho mejor con buena parte de la práctica científica habitual**.
 - Podría decirse, por ejemplo, que el largo argumento que constituye *“El origen de las especies”*, y que es como Darwin describe su libro, es un largo argumento abductivo.
- Por último, **la deducción es usada muy a menudo en las ciencias empíricas**, especialmente en el proceso de **contrastación de hipótesis**.
- No se ha conseguido además determinar algún procedimiento útil y al mismo tiempo lo suficientemente general como para que pueda identificarse con el método científico.
- La obtención de hipótesis, de leyes y de teorías científicas (**el contexto de descubrimiento**) obedece más a la **capacidad creativa de los científicos que a un proceso metódico sometido a reglas** tales como la de observar casos concretos para posteriormente realizar una generalización inductiva. Es cierto que los científicos emplean métodos de investigación y de contrastación de hipótesis, pero estos métodos pueden variar mucho en las distintas ciencias y, como ya señaló Feyerabend, no parece posible realizar una síntesis de todos ellos que pudiera considerarse de aplicación general.

Hipótesis

Literalmente '*hipótesis*' significa 'supuesto', 'lo puesto debajo' (hipo + thesis).

- Una hipótesis científica es una **propuesta o afirmación contrastable empíricamente, que se considera provisional y revisable** a partir de nuevas experiencias.

Generalmente se trata de un **enunciado** (aunque también un modelo puede entenderse como hipotético), **formulado de manera precisa, que trata de dar cuenta de los fenómenos sometidos a investigación o de solucionar un problema.**

- Se supone que si dicho enunciado es verdadero, entonces los fenómenos en cuestión quedan explicados.
- Para Popper y sus seguidores todos los enunciados científicos, desde los enunciados básicos más apegados a la experiencia hasta las teorías más generales, pasando por las leyes de diverso tipo, tienen el carácter de hipótesis. Es decir, permanecen siempre como conjeturas que se aceptan tentativamente mientras no hayan sido refutadas por la experiencia, sin que nunca puedan ser tenidas por verdades establecidas de forma definitiva.

Usos del término hipótesis

El uso del término 'hipótesis' en la ciencia, a lo largo de su historia, y en la Filosofía de la Ciencia ha sido muy variado.

- Hubo momentos en los que por 'hipótesis' se entendió una **falsedad útil** que permitía salvar los fenómenos convenientemente pero que no se aceptaba en su literalidad. Es así como el cardenal Roberto Bellarmino lo entendía al aconsejar a Galileo que enseñara el sistema copernicano sólo como una hipótesis.
- También se ha entendido por hipótesis una **especulación imposible de probar experimentalmente o con un carácter cuasi-metafísico**. Es este sentido que le daba Newton cuando afirmaba que en su obra él no inventaba hipótesis (*hypotheses non fingo*); o el que le daban muchos físicos y químicos del siglo XIX al considerar a la teoría atómica de Dalton como una mera hipótesis. En la actualidad estos sentidos instrumentalistas o peyorativos del término están en desuso.
- En ocasiones los términos '**hipótesis**', '**ley**' y '**teoría**' son empleados como sinónimos.
- En otros contextos, sin embargo, se reserva el término 'hipótesis' para una **propuesta científica que todavía está en proceso de contrastación** mediante búsqueda de más evidencia empírica que la apoye o la refute, o sobre cuya aceptación aún se discute en el seno de la comunidad científica. Por ejemplo, se considera aún como una hipótesis, aunque con un número creciente de adeptos, la propuesta de Luis y Walter Alvarez que sostiene que la extinción en masa de finales del cretácico, que acabó entre otras muchas especies con los dinosaurios, se debió al impacto de un gran meteorito.
 - El término '**ley**' se emplea entonces para algunas otras propuestas que han **alcanzado una confirmación suficiente o son aceptadas sin discusión** por la comunidad científica.
 - Y el de '**teoría**' para un **conjunto estructurado de hipótesis y de leyes** en los sentidos citados.

Marx **Wartofsky** caracteriza los términos de hipótesis, ley y teoría con peculiar retórica:

Los términos hipótesis, ley y teoría se suelen disponer por orden ascendente de dignidad: una hipótesis es una corazonada, una sospecha, algo que se afirma pero como resultado de una especulación, algo no confirmado [...]; una ley es una hipótesis que ha logrado carta de ciudadanía en la república científica [...]; y en cuanto a una teoría, pertenece al poder legislativo, judicial y ejecutivo de aquella república: habiéndose ganado la posición de que goza gracias a haber actuado con éxito como ley, la teoría adopta cierta actitud objetiva y remota, propia de la reflexiva sabiduría de la ancianidad

No obstante, estas distinciones son problemáticas, sobre todo si se intentan aplicar de una forma rígida. Así, la hipótesis de los Álvarez es mucho más que una mera corazonada, ya que tiene detrás diversos indicios que la apoyan. Y, por otra parte, por mucho que nuevos descubrimientos vengan a confirmarla, no se transformará jamás en una ley, puesto que se refiere a un acontecimiento singular.

- **No toda hipótesis es susceptible de convertirse en ley, ni toda teoría contiene necesariamente leyes** (especialmente en el caso de la biología y las ciencias sociales).
- **El uso de estos conceptos también puede venir dado por la costumbre o la práctica establecida**, más que por el significado estricto que se quiera estipular, y, en tal caso, son aplicados con independencia del grado de confirmación o autoridad de los enunciados a los que se atribuyen. Por razones históricas se habla siempre de la hipótesis de Avogadro, cuando podría hablarse de ley.

Hipótesis y el ‘método científico’

Las hipótesis científicas son sometidas a **contrastación a partir de sus consecuencias empíricas**. De ahí la importancia de que estén formuladas de manera precisa, ya que cuanta más precisión, más claramente determinables serán estas consecuencias.

- La forma de hacerlo es **derivar deductivamente de la hipótesis a contrastar**, con ayuda de otros supuestos auxiliares, **predicciones** acerca del comportamiento de los fenómenos que caen bajo ella. Si las predicciones no se cumplen, eso cuenta como evidencia en contra de la hipótesis (junto con los supuestos auxiliares) y puede conducir a su abandono. Si se cumplen, cuentan como evidencia a favor (también de los supuestos auxiliares), lo que refuerza la confianza de la comunidad científica en la hipótesis. **En esto consiste el método hipotético-deductivo.**

Lo que acabamos de ofrecer es una **descripción idealizada** de lo que sucede realmente en la práctica científica. El proceso de **contrastación de hipótesis suele presentar una complejidad mucho mayor** y sus resultados pueden no ser tan nítidos o concluyentes como para apoyar o contradecir a la hipótesis de forma clara y evidente para todos.

En esas circunstancias la comunidad científica se ve envuelta generalmente en una controversia para dirimir la cuestión. Esto se debe no sólo a que **la derivación de predicciones depende de la interpretación que hagamos del contenido de la hipótesis** a contrastar y de los **supuestos auxiliares** que la acompañan -interpretación que puede variar mucho de unos científicos a otros-, sino a que además **la interpretación de los resultados experimentales** acerca del cumplimiento o incumplimiento de la predicción **puede ser discutible**, posibilitando entonces que factores externos, como el grado de compromiso personal de los científicos con la hipótesis, adquiera un peso decisivo en la decisión a tomar.

Papel de las hipótesis en la ciencia a lo largo de la historia

El reconocimiento del papel que las hipótesis cumplen en la ciencia ha variado ampliamente a lo largo de la historia. Desde el punto de vista actual y con nuestros criterios metodológicos diríamos que la teoría heliocéntrica de Copérnico nació como una hipótesis que luego Galileo apoyó con nuevos descubrimientos realizados mediante el telescopio; que la órbita elíptica de Marte fue propuesta por Kepler como una hipótesis que Newton consiguió explicar con una teoría mucho más general; que dicha teoría newtoniana, la teoría de la gravitación universal, habría sido a su vez una hipótesis que resultó confirmada en sumo grado; que la teoría general de la relatividad de Einstein vino después a proporcionar una explicación mejor, también hipotética, de los fenómenos que Newton quiso explicar con la suya; y así podríamos seguir.

Sin embargo, dejando aparte a Einstein, los científicos mencionados no tuvieron en su día una imagen coincidente con esta que nosotros nos formamos hoy. Ninguno de ellos habría admitido sin más que su aportación al conocimiento científico era una simple hipótesis. ¿Por qué esta diferencia de apreciación? ¿Por qué esos científicos fueron renuentes a calificar de hipótesis los resultados de su investigación? Este asunto ilustra como pocos los cambios que ha experimentado desde los inicios de la ciencia moderna la propia visión que los científicos tienen de la metodología que emplean

Francis Bacon

Remontándonos a esos inicios, podemos situar a Francis Bacon (junto con Newton) entre los que más restrictivos fueron a la hora de admitir las hipótesis en la ciencia. En el prefacio del *"Novum Organum"* distingue entre dos modos o vías de conocimiento, uno que busca **"opinar de forma bella y probable"** y otro que quiere **"saber de forma cierta y ostensiva"**. Al primero lo llama **"Anticipatio Mentis"** y al segundo **"Interpretatio Naturae"**.

- Por *'anticipaciones de la mente'* entiende el establecimiento de conclusiones que aún no han sido obtenidas por medio de un cuidadoso razonamiento inductivo y que, por ende, no pasan de ser meras opiniones o conjeturas. Esta primera vía es para Bacon un camino errado si lo que se quiere es adquirir verdadera ciencia. Nada podría hacer que esa vía, que abre las puertas a toda clase de prejuicios y deja que las falsas nociones arraiguen en el entendimiento humano, logre alguna vez resultados aceptables. Podemos interpretar esto como una contraposición entre el uso de hipótesis, entendidas como formulaciones prematuras de conclusiones que inducen al error y perturban la marcha de la investigación, y el uso del método inductivo, entendido como un procedimiento demostrativo que da lugar a conocimientos ciertos. Hipótesis y conocimiento científico serían instancias que se excluyen.
- Hay autores que han querido ver un Bacon mucho más abierto al uso de hipótesis en la ciencia. Sin embargo, Larry Laudan, que encuentra ejemplos del método hipotético en Bacon, se ve obligado a reconocer que el "mito" del Bacon contrario a las hipótesis contiene una verdad, y es que el uso de hipótesis no sería más que una medida temporal hasta que se dispusiera de una auténtica prueba inductiva.

Galileo y Descartes

Galileo y Descartes mantuvieron decididamente una postura más abierta que la de Bacon, y consideran las hipótesis necesarias para la ciencia.

- **Galileo** insiste una y otra vez en que la verdad científica es verdad demostrada y no mera hipótesis; pero si analizamos los rasgos principales del método galileano, veremos que la formulación de hipótesis forma parte indispensable de él. Esta aparente inconsistencia se explica si tenemos en cuenta que para Galileo las hipótesis utilizadas en la ciencia quedan justificadas por completo cuando sobre ellas se consigue establecer una ley matemática confirmada experimentalmente. A partir de ese momento dejan de ser meras hipótesis para transformarse en la descripción verdadera de la estructura esencial del fenómeno, ya que sólo desde una reconstrucción verdadera es posible alcanzar una ley matemática válida en todos los casos.
- Por su parte, el vocabulario filosófico de **Descartes** está plagado de expresiones tales como 'certeza', 'evidencia', 'principios indudables', 'demostración', 'verdad necesaria', etc. Pero, por otro lado, Descartes considera que el uso de hipótesis es un auxilio necesario en las ciencias, siempre que dichas hipótesis sean plausibles gracias a una evidencia racional o empírica en su favor. De hecho, él mismo, aunque por razones cuya sinceridad ha sido discutida, se expresa como si atribuyera un carácter hipotético a algunas de sus teorías.

Para Descartes un cierto tipo de hipótesis, caracterizada por su apoyo empírico y racional y por su éxito explicativo, no sólo son lícitas, sino inevitables. Éstas habrán de ser separadas de otras hipótesis inaceptables debido a la imposibilidad de "probarlas" por algún procedimiento adecuado o a que no sirven para explicar diversos fenómenos. Una vez probadas estas hipótesis lícitas, es posible tener sobre ellas algo más que una certeza moral, sólo "*suficiente para regular nuestras costumbres*".

Isaac Newton

La actitud de Newton frente a las hipótesis ha motivado una ingente cantidad de análisis. Sería difícil encontrar alguna otra frase escrita o pronunciada por un científico que hubiera dado lugar a más comentarios y más confusiones que el celeberrimo "*hypotheses non fingo*" que aparece en el Escolio General de la segunda edición (1713) de sus "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*". Si bien el trabajo científico de Newton representa un auténtico avance en la evolución del ideal de ciencia, en lo que se refiere al reconocimiento explícito del papel jugado por las hipótesis en la ciencia, su discurso metacientífico supone aparentemente una considerable vuelta atrás. Desde Bacon nadie había luchado tanto contra el uso de hipótesis ni se había opuesto de forma tan vehemente a aceptar como hipotéticas sus propias teorías. Por eso, la separación entre el método que dice seguir y el que de hecho emplea es mayor incluso que en Galileo y Descartes. Lakatos habla de la "esquizofrenia de Newton" y sugiere que éste creó dos culturas, "*una que desarrolló su método y otra que desarrolló su metodología*". En las últimas páginas de la "*Óptica*" Newton describe el método que ha empleado con estas palabras:

Como en las matemáticas, en la filosofía natural la investigación de las cosas difíciles por el método de análisis ha de preceder siempre al método de composición. Este análisis consiste en realizar experimentos y observaciones, en sacar de ellos conclusiones generales por inducción y en no admitir otras objeciones en

contra de esas conclusiones que aquellas salidas de los experimentos u otras verdades ciertas, pues las hipótesis no han de ser tenidas en cuenta en la filosofía experimental.

Newton desea presentar el método científico como un **método inductivo-deductivo** (analítico-sintético) donde las hipótesis no tienen cabida. El uso de hipótesis es expresamente desautorizado, sobre todo cuando lo que se intenta con ellas es rebatir el resultado de observaciones y experimentos sólidamente asentados.

A pesar de estas manifestaciones, Newton está lejos de haberse atenido a dicho método al elaborar sus teorías. No se puede decir que las leyes del movimiento, la ley de la gravedad, la teoría corpuscular de la luz, la idea del espacio y del tiempo absolutos o de un centro inamovible del universo sean productos de un ascenso inductivo *sensu stricto* a partir de observaciones y experimentos. En su práctica como científico, a diferencia de en sus comentarios metodológicos, Newton es un decidido practicante del método hipotético-deductivo.

El "*hypotheses non fingo*" fue incumplido incluso en la cuestión que lo suscitó. Con esa frase Newton pretendía contestar a las críticas que algunos contemporáneos, especialmente Leibniz y Huygens, efectuaron a su explicación de la gravedad en la primera edición (1687) de los *Principia*. A estos críticos les preocupaba no tanto la ley matemática hallada por Newton cuanto la ausencia de una explicación satisfactoria de la gravitación, un concepto plagado de dificultades teóricas. Para ellos el concepto de acción a distancia era bastante sospechoso, ya que parecía introducir de nuevo en la física las "fuerzas ocultas" que se tenían por desterradas para siempre. Los críticos pedían que, además de la fórmula matemática que describe el comportamiento de los cuerpos bajo la acción de la fuerza gravitatoria, Newton proporcionara una explicación metafísicamente aceptable de la causa de la gravedad. Ante esas críticas Newton respondió que aún no había conseguido descubrir la causa de los fenómenos gravitatorios y que no estaba dispuesto a especular sobre ella sin los suficientes elementos empíricos de juicio. No obstante, lo cierto es que Newton sí especuló sobre la causa de la gravedad, antes y después de que se publicara su negación de haberlo hecho, aunque siempre fue cauteloso sobre la verdad del resultado. Si en 1713 decía no fingir hipótesis, en 1717 en la cuestión 31 de la segunda edición de la "*Óptica*" no tiene reparos en recurrir a una hipótesis que había empleado también para explicar la existencia de algunas propiedades de la luz. Postula allí la existencia de un éter que lo llena todo y cuyas partículas, por ser repelidas por las partículas materiales, serían más escasas en el espacio situado entre dos cuerpos cercanos que en el situado en el lado opuesto de dichos cuerpos. Esta diferencia de densidad, acompañada del efecto repulsivo del éter, haría que los cuerpos tendieran a dirigirse el uno hacia el otro.

La reacción ante la crítica de los cartesianos explica, pues, la beligerancia de Newton contra las hipótesis y la consecuente discrepancia entre los criterios metodológicos que enuncia y el modo en que verdaderamente conduce sus investigaciones. Con su insistencia en la importancia de la observación y el experimento frente a las meras hipótesis, Newton estaría diciéndoles a los cartesianos que, por un lado, sus críticas carecían de base experimental, por muy elegantes que fueran desde el punto de vista metafísico, y por otro, que las leyes expuestas en los *Principia* no eran meras hipótesis carentes de prueba alguna que pudieran ser rechazadas por razones metafísicas, sino verdades probadas empíricamente.

La obra de Newton reclamaba, por tanto, la elaboración de unos nuevos criterios epistemológicos de evaluación. Para los cartesianos, la ley de la gravitación newtoniana era una hipótesis no probada (en su sentido). Newton le da la vuelta a esta objeción y replica que dicha

ley está probada por los hechos, y por eso mismo no es una hipótesis, mientras que, en cambio, son los principios metafísicos de la filosofía cartesiana los que poseen un carácter hipotético y no deben aducirse jamás en contra de conocimientos probados empíricamente. Un dato en favor de que la explicación de la actitud newtoniana ante las hipótesis ha de buscarse en el contexto de su disputa con los cartesianos es que el término 'hipótesis' no tuvo desde el principio un significado peyorativo para Newton.

Siglo XIX

A lo largo del siglo XIX los escrúpulos sobre el uso de hipótesis que la Filosofía de la Ciencia de Newton había suscitado fueron debilitándose paulatinamente debido a los nuevos rumbos que la investigación científica tomó durante ese siglo (que favoreció una mayor libertad en la formulación de teorías); así como la batalla en el plano epistemológico entre las obras de grandes autores, entre ellos, John Herschel, William Whewell y John Stuart Mill.

John Herschel

John Herschel intentó colocar el concepto de hipótesis en el lugar que le correspondía de acuerdo con el ideal de conocimiento científico que Newton había iniciado.

Si después de Newton son los hechos los que, según se afirma, guían la investigación, con Herschel se reconoce la **posibilidad clara de que sean las hipótesis las conductoras de la investigación**; posibilidad que se consolida con Whewell. En el *"Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy"* (1830), Herschel define su postura con unas líneas que luego parafrasearán con gusto Whewell y Mill:

Las hipótesis tienen a menudo un uso eminente; y una facilidad para formularlas, si va acompañada de una facilidad para dejarlas de lado cuando han cumplido su misión, es una de las cualidades más valiosas que un filósofo puede poseer, mientras que, por otra parte, una adherencia fanática a ellas, o, de hecho, a opiniones particulares de cualquier tipo en oposición al curso que los hechos presentan, es la ruina de toda filosofía.

Herschel es partidario del **uso de hipótesis en la ciencia como procedimiento complementario de la inducción**. Pero esas hipótesis han de formularse con cautela y no de forma arbitraria. Deben poder dar razón del mayor número posible de hechos en estudio y poseer un fuerte apoyo empírico. Si una hipótesis de este tipo resulta además verificada, pasa entonces a formar parte de nuestro conocimiento de la naturaleza. No obstante, también de una hipótesis no verificada podemos obtener enseñanzas útiles sobre lo que hay tras los fenómenos.

William Whewell

Más original y atrevido en sus conclusiones fue el segundo de los autores citados, William Whewell. Su aportación a la Filosofía de la Ciencia constituye **la defensa más decidida del uso de hipótesis** que se produjo con anterioridad al siglo XX.

- Para Whewell la importancia de las hipótesis no está en que puedan ser instrumentos auxiliares de la investigación en aquellas cuestiones donde el razonamiento inductivo no puede ser aplicado por escasez de datos. Su opinión es que **el razonamiento inductivo es en sí mismo un proceso de selección de hipótesis**.
- Lo peculiar del proceso inductivo es que una concepción general, que no está dada inmediatamente por los hechos, es inventada e introducida en la mente del científico para ordenarlos, reunirlos y hacerlos inteligibles.

Ejemplo: cuando Kepler descubrió que el planeta Marte se movía siguiendo una trayectoria elíptica, lo que hizo fue unir las observaciones particulares de las posiciones de Marte a la noción (o concepción) de una elipse, y en ese momento aquellas observaciones particulares quedaron finalmente "coligadas".

Para encontrar la concepción correcta que permita coligar los hechos no basta, según Whewell, con una simple generalización a partir de las observaciones particulares, tal y como tradicionalmente se había entendido el salto inductivo. La concepción introducida para coligar los hechos es un elemento nuevo que la mente añade a la combinación y que no está en los hechos observados. Dar con la concepción adecuada es un **paso difícil que ha de efectuarse aventurando hipótesis** y probando con ellas hasta encontrar la que pueda explicar los hechos conocidos y predecir otros hechos nuevos que luego son verificados. El científico tiene una casi total libertad para **imaginar hipótesis** que él crea que pueden ser útiles, la única restricción es que estas hipótesis vengan sugeridas por los mismos hechos y no por una especulación caprichosa:

La índole del verdadero filósofo no consiste en que nunca conjetura al azar, sino en que sus conjeturas están concebidas claramente y obtenidas en un estrecho contacto con los hechos, [...] los avances en el conocimiento no son realizados normalmente sin el ejercicio de alguna audacia y licencia en el conjeturar.

En lo que sí debe ser cuidadoso el científico es en someter sus **hipótesis a contrastación empírica**, así como en estar dispuesto a abandonarlas tan pronto como no resulten confirmadas por los hechos. La desconfianza sobre el uso de hipótesis proviene, según Whewell, de que muchas veces los científicos se han adherido tenazmente a sus hipótesis cuando aún no han sido confirmadas o incluso cuando han sido claramente refutadas.

John Stuart Mill

Aunque en líneas generales Mill se muestra conforme con Whewell en otorgar a las hipótesis un papel preponderante en la ciencia, no contempla la inducción como un proceso de búsqueda y selección de hipótesis, sino como conjunto de métodos para descubrir y probar leyes científicas a partir de los hechos. Mill cree, no obstante, que **las hipótesis son necesarias en la investigación y que toda teoría y toda ley comienzan siendo una hipótesis** y conservan este carácter hasta que no pasan por el tamiz de los métodos inductivos.

El motivo principal de discrepancia entre ambos filósofos sobre este punto está en el **grado de libertad que conceden al científico a la hora de elaborar hipótesis**. Mientras Whewell subraya la conveniencia de una imaginación fértil actuando sin cortapisas, Mill desconfía de ella por sus posibles excesos. La imaginación humana es, para este último, muy poderosa, y sin cierto control alcanza pronto conclusiones inverosímiles. Por ello, el **uso científico de hipótesis debe estar restringido por el acatamiento de ciertas condiciones**, como **que sea la única explicación** de los hechos que pueda encontrarse, **que verse sobre cosas existentes** y no sobre objetos ficticios, y **que sea verificable** empíricamente.

Diferencias entre Whewell y Mill

Estas restricciones al uso de hipótesis dieron lugar a una intensa discusión entre Whewell y Mill que se extendió a lo largo de varios años y en la que no siempre fueron capaces de entenderse mutuamente. Sin embargo, la distancia entre ellos no fue tan grande como a veces se ha dicho. El propio Whewell, en el calor de la polémica, declaró que

"sería tan cauteloso como el señor Mill en aceptar meras explicaciones hipoté-

ticas de los fenómenos en el caso de que ambosuviésemos ante nosotros los fenómenos y sus relaciones colocados con igual claridad."

Una segunda diferencia con Whewell estriba en la función que Mill atribuye a las hipótesis. Hemos dicho que para Whewell las hipótesis son el elemento básico del que necesariamente parte la investigación científica. Ésta no consiste en otra cosa que en

"ensayar hipótesis variadas, modificar hipótesis para aproximarse a los hechos, y multiplicar los hechos para probar las hipótesis." (Whewell 1847).

Mill les concede una función mucho menos importante. El uso de hipótesis cumple su cometido principal como **procedimiento sustitutivo de la inducción en aquellas ciencias donde no es factible la aplicación directa de los métodos inductivos** (o sea, la mecánica, la sociología, etc.). Para esas ciencias, que son las más perfeccionadas o las más complejas, Mill propone la utilización de un método deductivo, una de cuyas variantes es el **"Método Hipotético"** (*Hypothetical Method*). Este método se compone de tres pasos sucesivos:

1. *invención selectiva de hipótesis*
2. *deducción de los efectos que se siguen de las hipótesis asumidas, y*
3. *verificación de las hipótesis mediante la comparación de lo obtenido en la deducción con los fenómenos observados.*

El método hipotético, junto a otras variedades del deductivo, está destinado, según Mill, a predominar sobre los métodos inductivos a según las ciencias progresen y se perfeccionen.

Tras el debate entre Whewell y Mill, la clarificación del papel desempeñado por las hipótesis en la ciencia se convirtió en un asunto fundamental de análisis en la Filosofía de la Ciencia. En general puede decirse que para entonces era ampliamente reconocida su ineludibilidad en la investigación. Lo que podía ofrecer dudas era el grado de permisividad que había que tener con cierto tipo de hipótesis de difícil o imposible contestación experimental. Quien mejor ejemplifica estas dudas es Ernst Mach.

Ernst Mach

Es de sobra conocida su prolongada **hostilidad a la hipótesis de la existencia de los átomos** (que rechazó hasta su muerte en 1916).

Para Mach la cuestión no era tanto si debían utilizarse hipótesis, como si éstas podían postular entidades inverificables. Mach estimaba, como hicieran Comte y Mill, que **sólo aquellas entidades acerca de las cuales puede haber algún tipo de experiencia son admisibles en la ciencia**. Por tanto, cuando una hipótesis acude a entidades sobre las que esto no es posible, como en el caso de los átomos, dicha hipótesis debe aceptarse sólo provisionalmente y en la medida en que tenga cierta utilidad heurística. Tan pronto como cumpla su tarea, permitiendo descubrir nuevas conexiones fenoménicas, ha de ser abandonada.

Las hipótesis, según Mach, son instrumentos que **prestan un servicio auxiliar** en la ciencia, ya que siempre hay quien necesita apoyarse en imágenes para avanzar en la investigación. Pero para que una hipótesis sea aceptable tiene que proporcionar utilidades adicionales: debe *"sustituir o ahorrar experiencia"* y debe conducir a nuevas experiencias que permitan confirmarla y, así, superarla. Cuando una hipótesis logra su objetivo de conectar fenómenos mediante la determinación precisa de sus relaciones, debe desaparecer como tal hipótesis para dejar como resultado de su aceptación provisional las leyes que se hayan obtenido con su ayuda. Pero en ningún caso ha de atribuirse durante esta aceptación provisional un significado ontológico fuerte a las entidades postuladas, como si se trataran de una especie de

"cosa en sí". Hacer esto sería ir más allá de lo que permite la experiencia, que es la única que puede dictaminar qué tipo de entidades existen.

Por lo tanto, Mach considera que **el uso de hipótesis es inevitable, pero siempre que no se olvide que su función es subordinada, provisional, y que lo que importa de verdad son los hechos**. En "*Desarrollo histórico-crítico de la mecánica*" (1883), advertía contra la construcción de hipótesis que no pudieran ser probadas por los hechos, recomendando que:

Si queremos mantenernos fieles al método que condujo a los más grandes investigadores: Galileo, Newton, S. Carnot, Faraday,... a sus mayores éxitos, debemos limitar nuestra física a la expresión de los hechos, sin construir sobre ellos hipótesis alguna, de manera que nada quede para ser concebido o probado.

Mach no está desterrando aquí las hipótesis, sino aclarando que **no pueden ser el estadio final de la investigación y que no pueden sustituir a los hechos como base de justificación**. Por eso, en otro lugar aclara:

[Las] hipótesis no llegan a ser perjudiciales o peligrosas para el progreso excepto cuando se deposita más confianza en ellas que en los hechos mismos.

Siglo XX

En una posición más abierta se situaron, sin embargo, Henri **Poincaré** y Pierre **Duhem**.

Henry Poincaré

Poincaré escribía en 1902:

En lugar de pronunciar una condena sumaria, debemos examinar con cuidado el papel de las hipótesis; reconoceremos entonces no solamente que es un papel necesario, sino que muy a menudo es legítimo..

Para Poincaré, **la experiencia**, aun con ser la única fuente de verdad y hasta de certeza en el conocimiento, **no lo es todo en la ciencia**. Es imprescindible elaborar generalizaciones sobre ella. Poincaré afirma - y en esto coincide con Mach - que no se puede experimentar sin poseer ciertas ideas generales preconcebidas acerca del mundo. Pero resulta que "**toda generalización es una hipótesis**". Nadie, según su criterio, ha rechazado nunca este papel necesario de las hipótesis, siempre y cuando sean explícitamente formuladas y se sometan a verificación lo antes posible. Las que no pasen la prueba de la verificación han de ser abandonadas, si bien -añade en un tono popperiano *avant la lettre*- esto debe alegrar al científico, pues "*acaba de encontrar una ocasión inesperada para hacer un descubrimiento*".

Además de las generalizaciones, que exigen verificación, Poincaré señala otros dos tipos de hipótesis: las "naturales" y las "indiferentes".

- Las **naturales** "*forman por así decir el fondo común de todas las teorías de la física matemática*" y son las últimas que han de abandonarse en caso necesario. Entre ellas están la suposición de que los cuerpos lejanos tienen una influencia despreciable, la de que los movimientos pequeños obedecen una ley lineal y la de que el efecto es una función continua de la causa.
- En cuanto a las hipótesis **indiferentes**, Poincaré las considera instrumentos de cálculo no verificables que no por ello deben ser proscritos, pues sirven como metáforas que ayudan a "*sostener nuestro entendimiento con imágenes concretas*". Una hipótesis de este tipo sería la hipótesis atómica, junto a su rival, la hipótesis de que la materia es continua.

Pierre Duhem

Por su parte, Pierre Duhem acepta de Mach la tesis de que **las teorías científicas son instrumentos para economizar experiencias**, pero concede a las hipótesis una importancia mayor. Duhem define una teoría científica como

"un sistema de proposiciones matemáticas, deducidas de un pequeño número de principios, y que tienen por objeto representar tan simple, completa y exactamente como sea posible, un conjunto de leyes experimentales".

Los principios a partir de los cuales se deducen esas proposiciones tienen para Duhem el **carácter de hipótesis**. No pretenden ser enunciados sobre relaciones verdaderas entre propiedades de los objetos, sino que son formulados **"de una manera arbitraria"**, sólo en función de su utilidad para derivar consecuencias que concuerden con los resultados experimentales.

No obstante, en la medida en que podamos descubrir a partir de ellos leyes nuevas que se vean confirmadas, estamos legitimados para concluir que no son hipótesis completamente artificiales, pues es razonable pensar entonces que las relaciones que establecen entre los datos corresponden a relaciones objetivas entre las cosas, es decir, constituyen lo que Duhem llama una **"clasificación natural"**. Con ello, como puede verse, Duhem se aleja del convencionalismo y se aproxima al realismo. Pero no es esta una cuestión que dejara demasiado clara y en otros muchos lugares de su obra encontramos afirmaciones decididamente convencionalistas.

Duhem reconoce, pues, sin reservas un **lugar central a las hipótesis en la ciencia**. El contraste con la posición de Mach queda de manifiesto en el siguiente pasaje:

Es imposible construir una teoría por el método puramente inductivo. Newton y Ampère fracasaron en ello y, sin embargo, estos dos genios se preciaban de no haber admitido en sus sistemas nada que no se hubiera obtenido directamente de la experiencia. Así pues, no nos repugnará en absoluto aceptar entre los fundamentos sobre los que descansa nuestra física postulados que no han sido suministrados por la experiencia.

Las condiciones que Duhem pone para **aceptar estas hipótesis son únicamente que no contengan contradicciones**, que no se contradigan unas a otras, y que no contradigan leyes experimentales aceptadas previamente. E incluso la segunda condición puede ser obviada si las hipótesis que se contradicen pertenecen a capítulos diferentes de la física.

Curiosamente, Duhem sigue a Mach en el rechazo de la existencia de los átomos. Pero no lo hace porque la existencia de los átomos fuera sólo una hipótesis. Lo hace porque aceptaba, en una variante moderada, el energetismo del químico Wilhelm Ostwald. Para el energetismo, los modelos mecánicos en la física debían ser sustituidos por modelos basados en el concepto de energía; o dicho de otro modo, era la mecánica la que debía reducirse a la termodinámica, y no al contrario.

Duhem, que **entendía las hipótesis como recursos "cómodos" para interpretar la experiencia**, simplemente tenía dudas, debido a sus ideas energetistas, de que el atomismo fuera un recurso semejante.

Círculo de Viena

La **actitud cada vez más abierta hacia el uso de hipótesis** que venimos describiendo, e incluso la comprensión de la naturaleza hipotética de la ciencia, se afianzó aún más a lo largo del siglo XX. Así, Moritz Schlick, el fundador del Círculo de Viena, declaraba en 1934:

Las leyes de la naturaleza son suposiciones que nunca pierden su carácter hipotético; nunca podemos estar absolutamente convencidos de su validez. Ni disponemos de medio alguno con el que probar la validez universal de dichas leyes.

Estas palabras, por cierto, desmienten la imagen tan difundida del dogmatismo neopositivista acerca del carácter absolutamente firme del conocimiento científico. Otras muy semejantes pueden encontrarse, por ejemplo, en algunos pasajes de Carnap.

Karl Popper

Es justo destacar el impulso final que en esta evolución imprime, desde mediados de los 30, y sobre todo a partir de los 60, la filosofía falibilista de Popper. La idea que mejor resume la actitud popperiana es que **todas las teorías científicas** (y en general todos los enunciados de la ciencia, desde los más teóricos y especulativos hasta los que describen observaciones) **tienen un carácter hipotético y jamás podrán ser otra cosa que conjeturas**. La ciencia es *doxa*, no *episteme*.

Popper ya no se limita a afirmar que la formulación de hipótesis sea un paso provisional y que el desenlace feliz de toda investigación sea la verificación de la hipótesis o, lo que es igual, su transformación en una verdad establecida. Lo que Popper nos dice es que una teoría científica no puede aspirar a ser más que una hipótesis, que **no hay posibilidad de probar la verdad definitiva**, y ni siquiera la alta probabilidad, de ningún enunciado empírico por evidente que parezca, y que, por consiguiente, las distintas ciencias son sistemas de hipótesis y no cuerpos de conocimiento.

Se ha llegado a acusar a Popper por todo ello de **irracionalísimo** y **escepticismo**, sin embargo, como veremos en su momento, nada puede estar más lejos de sus verdaderas intenciones. Si adoptó una posición tan paradójica en principio fue para dar cabida a los cambios espectaculares acontecidos en la física dentro de una imagen racionalista de la ciencia. Según confiesa, fue el reemplazo de la física newtoniana por la teoría de la relatividad lo que determinó en última instancia su convencimiento de que las teorías científicas poseen un carácter hipotético.

Popper caracterizó la ciencia actual en términos contrarios a los de Bacon. Para él, **la ciencia "consiste en 'anticipaciones, precipitadas y prematuras' y en 'prejuicios'"**. Pero esas "anticipaciones" o conjeturas deben ser sometidas a contrastaciones sistemáticas, y abandonadas en caso de que no las superen, es decir, en caso de que resulten falsadas. **Nunca puede probarse la verdad de una hipótesis**; sin embargo, dado un acuerdo previo y tácito de los científicos sobre un conjunto de enunciados acerca de los hechos que se consideran establecidos, hay ocasiones en las que puede determinarse la falsedad de la hipótesis y procederse a su eliminación. De ello se sigue que **el conocimiento científico consiste simplemente en hipótesis que no han sido refutadas por el momento**, pero que pueden serlo en el futuro. Y la misión del científico no es defenderlas dogmáticamente de todo posible ataque, sino, por el contrario, intentar derribarlas cuanto antes ensayando contrastaciones cada vez más fuertes y rigurosas. Si los científicos tienen éxito en la refutación de una hipótesis, es necesario que haya otras capaces de sustituir a la que queda refutada. Por ello es también su tarea **inventar siempre hipótesis que puedan dar razón de los éxitos de las anteriores y**

superar las pruebas que éstas no pasaron. De esa manera, a pesar de que las teorías científicas seguirán siempre siendo conjeturas, sabremos que las hipótesis nuevas son mejores que las antiguas porque, siendo igual o más potentes en su capacidad explicativa, resisten pruebas más duras.

Leyes científicas

Es habitual entender una ley científica como un **enunciado**, con frecuencia formulable como una ecuación matemática simple, **que expresa una relación regular y empíricamente contrastable entre los fenómenos o propiedades seleccionadas de los fenómenos.** En función de la regularidad que presenten las leyes tendremos:

- **Ley universal o determinista:** Si la regularidad se afirma universalmente y sin excepciones, es decir, si se afirma su cumplimiento en todos los casos (aunque este cumplimiento sea de forma aproximada)
- **Ley probabilística:** si se afirma sólo una regularidad que se da en una serie de casos pero no en otros, y que admite por tanto excepciones, o en otras palabras, si el cumplimiento de la relación establecida por la ley se mantiene en un cierto porcentaje de casos, pero no necesariamente por todos los casos concretos, o bien si la ley incluye en su misma formulación la probabilidad de que se dé un suceso.

La existencia de leyes probabilísticas en la ciencia se debe tanto a las limitaciones inevitables a la hora de conocer con exactitud las condiciones que determinan a muchos de los procesos deterministas complejos, como al hecho de que en la naturaleza se dan fenómenos objetivamente aleatorios o no deterministas. En las ciencias sociales suelen deberse a lo primero y en la teoría cuántica a lo segundo. Hemos de admitir, pues, que las probabilidades no se introducen en la ciencia sólo debido a que no podemos conocer hasta los últimos detalles los fenómenos que nos interesa estudiar, sino a que existe en la naturaleza un azar intrínseco que resulta ineliminable, incluso en el caso ideal de que pudiéramos conocer a la perfección todos los detalles.

Otra forma de caracterizar esta diferencia es la que presenta David Lewis en la **terminología de la semántica de mundos posibles.**

- Una **ley determinista** afirma que no puede haber dos mundos posibles que sean iguales antes de un tiempo t y que, sin violar la ley, difieran después de t .
- Una **ley probabilística** permite la existencia de tales mundos, es decir, permite mundos posibles idénticos antes de t y diferentes después de t , aun cuando ambos satisfagan la ley.

Un ejemplo de ley universal lo tenemos en la **ley de la gravedad de Newton:**

'Todo cuerpo ejerce sobre otro una fuerza de atracción que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa'.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

En cuanto a las leyes probabilísticas, el ejemplo que frecuentemente se cita es la **ley de Elster y Geitel sobre la desintegración radioactiva**, que dice así:

'La actividad de una sustancia radioactiva pura disminuye con el tiempo de forma exponencial',

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Siendo N el número de núcleos atómicos que quedan sin desintegrar en el tiempo t , N_0 es el número de núcleos atómicos que había en el instante inicial 0 y λ es la probabilidad de que un núcleo atómico se desintegre por unidad de tiempo, probabilidad que es característica de cada tipo de elemento radioactivo y se denomina '*constante de desintegración*'.

Otro ejemplo de ley probabilística es la **ley de Hardy-Weinberg en genética de poblaciones**:

'Si en una población ideal dos alelos A y a se dan en un locus con una frecuencia de p y q respectivamente, entonces las frecuencias de los genotipos AA , Aa y aa son respectivamente p^2 , $2pq$ y q^2 '.

Pero quizás el ejemplo más ilustrativo sea el del **segundo principio de la termodinámica**, que puede ser formulado del siguiente modo:

'Un sistema aislado tiende a estados de mayor entropía'.

Como se ve por la formulación, no se excluye la posibilidad, aunque su probabilidad sea extremadamente baja, de una transición espontánea a un estado de menor entropía. A veces se dice también que la naturaleza tiende a evolucionar desde los estados de orden hacia los de desorden, o desde los menos probables hacia los más probables. Algunos manuales de física ocultan el carácter probabilístico del segundo principio de la termodinámica declarando simplemente que tales transiciones espontáneas hacia estados de menor entropía son imposibles. Otros, más cautos, señalan el carácter probabilístico del segundo principio, pero añaden que la probabilidad de que disminuya la entropía en los sistemas aislados es tan pequeña, que puede considerarse como imposible.

Discusión sobre el concepto de ley científica

El concepto de ley científica es uno de los de más difícil caracterización: a pesar de su papel prominente en la ciencia ha generado y continúa generando una amplia discusión entre partidarios de interpretaciones diversas. Dado que todas las condiciones necesarias y suficientes aducidas para caracterizarlas han resultado problemáticas o inadecuadas, algunos han negado que existan leyes en el sentido que le han dado los filósofos.

Parece evidente que **no todo enunciado universal o probabilístico que exprese una regularidad en los fenómenos es una ley científica**.

- El enunciado '*Todas las montañas del planeta Tierra miden menos de 9000 metros de altura*', tiene la misma estructura formal que muchas leyes científicas, pero pocos estarían dispuestos a reconocerlo como una ley. Más bien es un ejemplo de **generalización accidental**. El hecho de que haga mención a un objeto particular (el planeta Tierra) o que establezca una regularidad localizada en una región espacio-temporal no marca una diferencia significativa con respecto a las leyes científicas.
- Las leyes de Kepler, por ejemplo, no sólo tienen una referencia sumamente localizada, sino que hacen mención a objetos particulares (el Sol), y pese a ello fueron consideradas como leyes mucho antes de ser derivadas de las leyes de la mecánica newtoniana, que no incluyen ese tipo de menciones.
- Además, descartar como leyes a los enunciados acerca de regularidades espacio-temporalmente localizadas significaría excluir de antemano la posibilidad de leyes en la biología y en la geología.

La cuestión entonces es la siguiente: **¿qué es lo que diferencia a una ley científica genuina de una generalización accidental?**

Punto de vista de la tradición filosófica clásica, de Aristóteles a Hume

En la tradición filosófica, desde Aristóteles a Locke, se consideraba que las leyes científicas establecían **conexiones necesarias entre propiedades**.

- Implicaba aceptar la existencia de una necesidad natural y objetiva que ligaba entre sí ciertos acontecimientos y no otros.
- **Hume** criticó desde bases empiristas la idea de una conexión necesaria entre objetos o acontecimientos
 - la diferencia entre leyes y generalizaciones accidentales **no es objetiva**,
 - **depende de las actitudes mentales que mantenemos hacia cada una de ellas**.

Tanto las unas como las otras no expresan más que una conjunción constante entre fenómenos. Pero en el caso de las leyes, un hábito mental basado en esa repetición nos hace esperar el mantenimiento futuro de la regularidad observada. Habría, en cambio, otras regularidades que no hacen aparecer este hábito de proyectar la regularidad hacia el futuro y que consideramos por ello accidentales.

- Hume **descartaba** (al carecer del más mínimo fundamento empírico), el **que realmente hubiera una conexión necesaria entre ciertos fenómenos**.
- Lo único real y observable es la conjunción constante de los fenómenos. Reconocía que la idea de una conexión necesaria forma parte inevitable de **nuestra noción de causalidad**, pero creía que era una **proyección de nuestra mente**, algo que no podemos dejar de imaginar pero que no está en los objetos mismos.

Ambas respuestas, sin embargo, la aristotélica y la humeana, resultan problemáticas.

- La de Aristóteles por su **carga metafísica**, sospechosa para algunos (¿en qué consiste esa conexión necesaria entre los fenómenos y cómo puede ser analizada?).
- La de Hume por el **carácter subjetivo que atribuye a las leyes**. Si la diferencia entre las leyes y las generalizaciones accidentales estriba únicamente en nuestra actitud epistémica hacia las mismas, sin que haya ninguna diferencia objetiva entre ellas, ¿qué es lo que hace entonces que tengamos precisamente una actitud epistémica distinta hacia las unas y hacia las otras?. ¿Por qué unas regularidades hacen aparecer un hábito mental que nos lleva a proyectarlas hacia el futuro y otras no? Hume no dio una respuesta a estas preguntas y cabría añadir que no hay para ellas una respuesta satisfactoria desde planteamientos puramente humeanos.

Punto de vista neopositivista

Un intento de resolver esta cuestión, muy influyente, aunque nunca consiguiera una forma acabada, fue el realizado en el seno de la corriente neopositivista (por N. **Goodman** 1947 y R. **Chisholm** 1946 inicialmente, expuesto en **Nagel** 1981). En un primer momento, los neopositivistas no cuestionaron el enfoque extensional de las leyes científicas proveniente de Hume. Sin embargo, pronto se hizo evidente que este enfoque era inadecuado. Las leyes científicas, a diferencia de las generalizaciones accidentales, **parecen** en principio **implicar algo más fuerte** que la afirmación de que hasta el momento se ha observado una regularidad de hecho entre los fenómenos.

Una ley científica (determinista) lleva aparejada la **idea de que la regularidad se seguirá cumpliendo en casos no observados hasta el momento**. Y si esto es así es porque se considera que, de algún modo, es imposible que la regularidad afirmada no se cumpla.

Es decir, las leyes científicas parecen enunciar **regularidades de cumplimiento necesario**, dadas las condiciones establecidas en los antecedentes. Es perfectamente posible que hubiera habido en la Tierra montañas de más de 9000 metros; pero si aceptamos la mecánica newtoniana, no es posible que dos cuerpos no se atraigan entre sí con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

Para evitar recurrir a un concepto metafísico de necesidad o de conexión necesaria y mantenerse fiel al empirismo, los neopositivistas aceptaron una propuesta que se estimaba compatible con el análisis de Hume (si bien introducía conceptos modales) y podía evitar la carga metafísica que acarreaba el concepto de necesidad. Según dicha propuesta, la diferencia fundamental entre **una ley científica** y una generalización accidental estribaría en que sólo la primera **puede justificar**, en virtud de ciertas características a determinar, **los correspondientes enunciados condicionales subjuntivos o enunciados condicionales contrafácticos**. Veamos lo que esto significa.

- Un **enunciado condicional subjuntivo** es un enunciado condicional (un enunciado del tipo '*Si A, entonces B*') expresado en forma subjuntiva.
- Cuando se sabe positivamente que el antecedente *A* no se da en la realidad se dice que es un **enunciado contrafáctico** (literalmente, contrario a los hechos). Si yo sé que Juan no ha venido hoy a clase, podría formular el siguiente condicional contrafáctico: '*Si Juan hubiera venido hoy a clase, entonces no se habría perdido la explicación del concepto de ley científica*'.

Se supone que las leyes científicas permiten garantizar la verdad de enunciados de este tipo acerca de los fenómenos englobados bajo la ley.

- Tomemos el caso de la **ley de caída de los graves de Galileo**: $v=v_0+gt$, donde *v* es la velocidad que toma un cuerpo en su caída, *v*₀ es la velocidad inicial y *g* es la aceleración en la caída. Esta ley lleva a que consideremos como verdadero un enunciado como este: '*Si el Apolo XIII hubiera caído sobre la Tierra, su velocidad al llegar al suelo habría sido igual a su velocidad inicial al comenzar la caída más 9,8 m/s² multiplicado por el tiempo en segundos que hubiera tardado en caer*'.
- Del mismo modo sucede, por poner otro ejemplo, con **el principio de Arquímedes**: '*Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje ascensional igual al peso del fluido desplazado*'. La aceptación de esta ley justifica la aceptación del enunciado '*Si Al Capone hubiese sido sumergido en las aguas del puerto de Nueva York, entonces habría experimentado un empuje ascensional igual al peso del agua desplazada*'. En los dos casos citados la verdad de la ley obliga a concluir la verdad del enunciado contrafáctico correspondiente.
- Esto no sucede, en cambio, con las generalizaciones accidentales. Supongamos que los astrónomos descubren algún día que en un planeta fuera de nuestro Sistema Solar hay una montaña que mide más de 9000 metros y la bautizan con el nombre de *Mont Noir*. La verdad del enunciado que citábamos antes acerca de la altura máxima de todas las montañas terrestres no justificaría la conclusión '*Si el Mont Noir hubiera sido una montaña terrestre, habría medido menos de 9000 metros de altura*'.

Según el análisis efectuado por los neopositivistas, **las leyes científicas pueden justificar condicionales subjuntivos y contrafácticos** porque (dejando al margen leyes probabilísticas)

- **son enunciados universales irrestrictos no vacuamente verdaderos** -no los hace verdaderos el mero hecho de que no haya nada que satisfaga el antecedente- **y los elementos de juicio en su favor no coinciden**, a diferencia de las generalizaciones accidentales, **con su ámbito de predicación**.
- Esto les **capacita para hacer predicciones y participar en explicaciones científicas**. Volviendo a los ejemplos citados, la verdad del enunciado *'Todas las montañas del planeta Tierra miden menos de 9000 metros de altura'* sólo puede establecerse tras examinar todas las montañas terrestres de gran altura. Los elementos de juicio para confirmar la ley son todos y cada uno de los casos a los que la ley se refiere. Con lo cual, una vez aceptado el enunciado, ya no cabe hacer con él ninguna predicción, y carece de capacidad explicativa alguna. Sin embargo, por muchos casos que observemos de caídas de cuerpos sobre la superficie terrestre, quedará siempre un número indeterminado de casos por examinar. La aceptación de la ley de Galileo se hace, pues, antes de examinar todos los casos. Y, por tanto, una vez aceptada, podremos predecir -de forma falible, claro está- el comportamiento de los casos no observados y explicarlo mediante la ley.

Esta propuesta tiene méritos innegables, pero desafortunadamente no puede valer como una condición necesaria y suficiente de las leyes científicas. **Los enunciados analíticos, que no son leyes científicas empíricas, permiten también justificar sus correspondientes contrafácticos**. El enunciado *'Todos los asnos son acémilas'* justifica el enunciado *'Si Mickey Mouse fuera un asno, sería una acémila'*.

Podría intentarse entonces, para salvar la propuesta, definir las leyes científicas como aquellos **enunciados no analíticos capaces de justificar enunciados subjuntivos y contrafácticos**. Pero tampoco esto resuelve definitivamente la cuestión.

- Hay quienes piensan que la **capacidad de justificación mencionada depende del contexto**, no puede atribuirse exclusivamente a la naturaleza de las leyes como tales.
- También se ha objetado que la **capacidad de ciertas generalizaciones para justificar enunciados contrafácticos** no puede servir para caracterizarlas como leyes porque es precisamente el hecho de que las consideremos como leyes científicas lo que nos lleva a considerar que pueden justificar dichos enunciados contrafácticos. Es más, no se ha conseguido por el momento determinar en qué circunstancias debemos considerar como verdadero un enunciado contrafáctico si no es implicando en ello a las leyes científicas. Sólo si el antecedente está ligado mediante una ley al consecuente podemos garantizar que, dado el primero se dará también el segundo. Luego se estaría presuponiendo que ya se tiene una noción clara de lo que son las leyes y se estaría cayendo en una **argumentación circular**.

Un hecho importante en lo que se refiere a **las leyes científicas**, y que no se cumple con las generalizaciones accidentales, es que se considera **muy deseable que mantengan conexiones entre sí**, esto es, que **en lugar de presentarse aisladas** unas de otras, formen una **estructura coherente y de apoyo mutuo**. Esta interconexión es lo que permite su integración en teorías más generales, dentro de las cuales pueden llegar a ordenarse en un sistema jerárquico de leyes en el que algunas de ellas toman el carácter de leyes fundamentales y otras el de leyes derivadas.

Así, en la mecánica newtoniana, las tres leyes del movimiento y la ley de la gravedad constituirían toda la base del sistema teórico. En ocasiones, como Nagel reconoció, el que **consideremos a un enunciado una ley científica depende de que esté integrado en un sistema semejante**. Este hecho ha servido también como base para caracterizar a las leyes científicas sin tener que abandonar el enfoque humeano. Los antecedentes de esta posición pueden encontrarse en la obra de Mill, pero su defensor más destacado ha sido David Lewis. Su propuesta, en pocas palabras es esta:

Una generalización contingente es una ley de la naturaleza si y sólo si aparece como teorema (o axioma) en cada uno de los sistemas deductivos verdaderos que consiguen una mejor combinación de simplicidad y fuerza..

Así pues, **lo esencial es que las leyes son capaces de integrarse en sistemas deductivos de cierto tipo mientras que las generalizaciones accidentales no lo son**. La diferencia ya no está en nuestra actitud mental hacia unas y otras, sino en un rasgo independiente de nuestra mente. No obstante, también esta propuesta adolece de ciertas dificultades (Armstrong 1983 y Tooley 1987). No está claro, por ejemplo, si toda regularidad susceptible de integrarse en un sistema deductivo apropiado puede justificar, como se espera de una ley, su correspondiente enunciado contrafáctico. Hay además quien piensa que la integración en un sistema deductivo sigue siendo una diferencia demasiado poco objetiva para diferenciar leyes y regularidades accidentales (Psillos 2002).

Punto de vista de Dretske, Armstrong y Tooley. Realismo sobre las leyes

Frente a estas posiciones humeanas, que han sido predominantes a lo largo del siglo XX, están los que defienden que las **leyes científicas van ligadas a algún tipo de necesidad**, aunque sea una necesidad más débil que la aristotélica.

Popper asumió que las leyes científicas describen **necesidades físicas** (en el sentido de que se mantienen en todos los mundos posibles que difieren del real sólo en las condiciones iniciales o, en el caso de las leyes probabilísticas, en el sentido de que describen propensiones objetivas) y esto bastaría para explicar por qué permiten justificar condicionales subjuntivos y contrafácticos. No obstante, la caracterización de Popper fue acusada de circularidad, pues un mundo posible que sólo difiere del mundo real en las condiciones iniciales sólo puede entenderse como un mundo en el que se cumplen las mismas leyes que en el real.

Los defensores más destacados de que las leyes científicas implican la **idea de necesidad "nómica"** han sido Fred **Dretske** (1977), David **Armstrong** (1983) y Michael **Tooley** (1987).

Consideran que las **leyes científicas expresan relaciones entre propiedades o universales**, y por ello se califica a su posición de **'realismo sobre las leyes'**.

Decir que es una ley que los F son G es decir que "todos los F son G " ha de ser entendido no como un enunciado sobre las extensiones de los predicados " F " y " G ", sino como un enunciado singular que describe una relación entre las propiedades universales de F -idad y de G -idad. En otras palabras, [...] ha de ser entendido como teniendo la forma: la F -idad \rightarrow G -idad.

Según **Dretske**, las leyes no son enunciados universales acerca de objetos o situaciones particulares, sino **enunciados singulares acerca de propiedades universales**. La ley que afirma que los metales son buenos conductores de la electricidad no debe entenderse como el enunciado universal '*Todos los metales son buenos conductores de la electricidad*', sino como el enunciado singular '*La propiedad de ser metal implica la propiedad de ser un buen conductor de la electricidad*'.

El que **las leyes vayan más allá de los objetos particulares y se refieran a propiedades** es precisamente lo que les permite, según Dretske, justificar a los contrafácticos. Al ser las propiedades las que están ligadas, si un objeto adquiriera la propiedad *F*, tendría que adquirir la propiedad *G*. El poseer la una exige de alguna manera el poseer la otra.

Sería falaz un razonamiento de este tipo:

Todos los F son G

Esto es F

Luego esto ha de ser G

La conclusión tiene un carácter modal que no tienen las premisas. Se produce un salto ilegítimo, y de ahí que el razonamiento no sea válido

Pero este otro sería perfectamente válido:

la F-idad \rightarrow G-idad

Esto es F

Luego esto ha de ser G

El carácter modal de la conclusión se deriva de la relación entre propiedades establecida en la primera premisa.

En las generalizaciones accidentales, es esta relación entre propiedades la que falta. No podemos concluir que el *Mont Noir* habría medido menos de 9000 metros de altura si hubiese sido una montaña terrestre porque no hay ninguna relación establecida entre la propiedad de ser una montaña terrestre y la propiedad de medir menos de 9000 metros. Pero sí podemos concluir que un trozo de metal encontrado fuera del Sistema Solar sería un buen conductor de la electricidad, ya que la ley establece que una cosa implica la otra.

Se ha objetado que muchas leyes tienen un dominio limitado de aplicación, por lo que no pueden tratarse de relaciones entre universales: las leyes de la mecánica newtoniana no se aplican a sistemas con velocidades cercanas a la de la luz o a sistemas subatómicos, las leyes de la relatividad general no se aplican a distancias muy pequeñas, en las que los efectos cuánticos son apreciables, etc. Y hasta pueden tratarse de idealizaciones que no son estrictamente correctas aplicadas a los sistemas reales, como es el caso de la ley de los gases ideales. Quizás alguna variante del realismo podría superar esta dificultad.

El principal problema con la propuesta de Dretske es que **exige un compromiso con al menos cierto realismo acerca de los universales** que no todos los filósofos de la ciencia están dispuestos a asumir. Y por si eso no bastara, queda además el hecho de que ninguna caracterización de la relación de necesidad entre universales consigue definir qué es lo que hay en ella que sea empíricamente diferente de una regularidad accidental.

Década de los 80 en adelante

No podemos terminar este apartado sin mencionar que a partir de la década de los ochenta algunos filósofos de la ciencia han **puesto en cuestión la idea de que existan leyes de la naturaleza universales y necesarias** y, por tanto, que la idea de que la misión de la ciencia sea descubrir tales leyes.

Bas van Fraassen (1989), Nancy Cartwright (1983) y Ronald Giere (1999), todos ellos adscritos a la concepción semántica de las teorías, han argumentado de forma independiente que **las leyes universales**, entendidas como afirmaciones generales acerca de sistemas reales (y no meramente acerca de modelos ideales), **son en su mayor parte falsas**.

Los sistemas reales rara vez son lo suficientemente simples para comportarse de acuerdo con dichas leyes.

Ejemplo, la ley galileana sobre el movimiento pendular es falsa como afirmación sobre

sistemas reales, puesto que no existe el péndulo ideal en movimiento perpetuo al que la ley se refiere, y todos los péndulos reales están sometidos a fuerzas de rozamiento que no aparecen en dicha ley.

Por ello no debe concederse al concepto de ley universal el papel central que todavía hoy se le atribuye por parte de los filósofos para explicar el funcionamiento de la ciencia; un papel que, según estos autores, habría perdido en los escritos de los científicos actuales.

- Esta posición tiene la ventaja de acercar más la física a otras ciencias, como la biología o la economía. En ellas, en efecto, no cabe hablar de leyes en el mismo sentido que la ley de la gravedad o la ley de Coulomb, pero sí que encontramos **modelos formales**, frecuentemente matematizados, o generalizaciones contingentes que cumplen funciones explicativas.
- No obstante, debe reconocerse que el concepto de ley tiene un arraigo muy fuerte tanto en la ciencia como en la filosofía y sigue siendo un concepto útil para entender lo que hacen los científicos. Es difícil que sea abandonado o relegado, pese a los problemas señalados.

Teorías

En su uso cotidiano se suele entender por teoría todo aquello que está muy alejado de la práctica o acerca de cuya verdad se duda porque no puede ser comprobado en la realidad.

Esto conduce a que algunas personas malinterpreten el significado de expresiones como 'teoría de la evolución' o 'teoría de la relatividad' y creen que se trata de cosas que no se pueden saber con seguridad, que carecen de toda prueba, y que por eso "son sólo teoría". No es éste, sin embargo, el sentido con que en la ciencia y en la Filosofía de la Ciencia se usa el término 'teoría'.

He aquí, por otro lado, una definición que encontramos en un **diccionario contemporáneo de epistemología**, y que no es sino una versión resumida de la que diera Nagel en "*La estructura de la ciencia*":

Una generalización o conjunto de generalizaciones que pretenden hacer referencia a entidades inobservables, e.g. átomos, genes, quarks, deseos inconscientes. La ley de los gases ideales, por ejemplo, se refiere sólo a observables tales como la presión, la temperatura y el volumen; la teoría cinético molecular se refiere a moléculas y sus propiedades.

Un problema con esta definición es que da a entender que las leyes sólo hacen referencia a entidades o propiedades observables, cuando no es así. Hay leyes, como la anteriormente citada de Elster y Geitel, que hacen referencia a inobservables. Precisamente, para salvar esta diferencia, Carnap y otros autores distinguieron entre **leyes empíricas** y **leyes teóricas** (Carnap 1985). Y no deja de ser un uso forzado de los términos emplear, como hacen algunos, '**leyes teóricas**' y '**teorías**' como expresiones sinónimas.

En la Filosofía de la Ciencia actual ha habido **dos enfoques distintos** y en gran medida **opuestos** acerca de qué es una teoría científica y cuál es su estructura:

- la **concepción enunciativa** y
- la **concepción semántica o modelo-teórica**.

La concepción enunciativa (la concepción heredada)

La **concepción enunciativa** ha sido defendida en diferentes versiones por los empiristas lógicos, Popper, Kuhn (aunque éste reconoció las virtudes de la concepción semántica para reconstruir su propia filosofía), Lakatos, Toulmin, Feyerabend, Laudan, Putnam y Niiniluoto, por citar sólo los nombres más importantes de una larga lista que incluye a la mayoría de los filósofos de la ciencia del siglo XX (motivo por el que se la conoce como la **concepción heredada**). Para dicha concepción,

- las teorías son entidades lingüísticas, es decir, **sistemas de hipótesis en forma de enunciados generales más o menos estructurados jerárquicamente**.

Concepción enunciativa neopositivista

Los **empiristas lógicos** consideraban que en el caso ideal las teorías de las ciencias empíricas debían ser formuladas como un **sistema de axiomas susceptibles de una interpretación fáctica**. De los axiomas se **derivarían deductivamente otros enunciados (teoremas)** que **desplegarían el contenido de la teoría en el dominio correspondiente**.

La interpretación que conecta los términos teóricos con términos referidos a fenómenos observables vendría dada por una serie de **reglas de correspondencia** abierta siempre a nuevas incorporaciones. Estas reglas de correspondencia especificarían las aplicaciones de las leyes teóricas (los axiomas) a los fenómenos y harían posible las predicciones empíricas. Un ejemplo de regla de correspondencia proporcionado por Carnap es:

'Si se produce una oscilación electromagnética de una frecuencia determinada, entonces se observará un color azul-verdoso de determinado matiz'.

O también:

'La temperatura (medida por un termómetro) de un gas es proporcional a la energía cinética media de sus moléculas'.

Ambos enunciados **ponen en conexión cosas inobservables** (una oscilación electromagnética o la energía cinética media) **con cosas observables** (un color o una señal en un termómetro)

- **T** : componente teórico constituido por los axiomas y teoremas tomados sin interpretar (los postulados teóricos)
- **C** : reglas de correspondencia que proporcionan una interpretación
- **TC** : La teoría sería, pues, el conjunto de los axiomas y teoremas deducidos de ellos más la interpretación dada de los mismos.

En pocas palabras, una teoría sería un cálculo formal interpretado (parcialmente) por las reglas de correspondencia. En la versión inicial, que sufrió significativas modificaciones, ofrecida por los neopositivistas, una teoría científica ha de cumplir las siguientes condiciones:

1. La teoría se formula en un **lenguaje de primer orden** con identidad, **L** .
2. Los términos de **L** se dividen en tres clases disjuntas llamadas **vocabularios**:
 - **vocabulario lógico V_L** , consta de constantes lógicas y términos matemáticos
 - **vocabulario observacional V_O** , contiene exclusivamente términos observacionales
 - **vocabulario teórico V_T** , contiene exclusivamente a los términos teóricos
3. Los términos de **V_O** se interpretan como referidos a objetos físicos o a características directamente observables de los objetos físicos.

4. Hay un conjunto de postulados teóricos T cuyos únicos términos no lógicos pertenecen a V_T (T conjunto de axiomas que constituyen las leyes teóricas de la teoría)
5. Debe haber una definición explícita de los términos de V_T en términos de V_O mediante reglas de correspondencia C , es decir, para cada término F de V_T , debe darse una definición de la siguiente forma: $\forall x \{F_x \equiv O_x\}$
 - donde O_x es una expresión de L que contiene solamente símbolos de V_O y posiblemente del vocabulario lógico V_L .

Esto se conoce como la '**Concepción Heredada**', por ser el **modo de entender la ciencia** y las teorías científicas en que se formaron **la mayoría de filósofos de la ciencia hasta los sesenta**, concibiendo las teorías empíricas como cálculos axiomáticos parcialmente interpretados,

Entre las modificaciones principales que experimentó esta versión inicial estuvieron la inclusión en L de operadores modales, principalmente para dar cuenta del carácter de las leyes científicas, y la sustitución de las definiciones de los términos teóricos en función de términos observacionales por el requisito más débil de proporcionar una **caracterización parcial de los primeros en función de los segundos**.

Problemas de la concepción enunciativa neopositivista

Tras el declive del neopositivismo, estas estrictas exigencias formalizadoras se suavizaron o simplemente se desestimaron por aquellos que aún defendían la concepción enunciativa.

- surgieron **dificultades** interminables para **determinar la naturaleza y función de las reglas de correspondencia**
- **crítica a la distinción** absoluta entre los **términos observacionales y términos teóricos**.

Que el **lenguaje teórico está irremediablemente cargado de teoría** se convirtió en un lugar común en Filosofía de la Ciencia. Esto afectaba a la base misma de la concepción neopositivista, ya que sobre esta distinción y sobre la posibilidad de establecer reglas de correspondencia entre los términos teóricos y los observacionales se fundamentaba el que los términos teóricos fueran cognitivamente significativos. Cada uno de ellos satisfaría el criterio verificacionista de significado en la medida en que fueran meramente abreviaturas de descripciones fenoménicas (que usan únicamente términos observacionales). Pero si los términos observacionales mismos contienen implicaciones teóricas, esta posibilidad se desvanecía.

Por otro lado, como señala Javier Echeverría (1999), **la mecánica cuántica se reveló imposible de axiomatizar con un lenguaje de primer orden más identidad**, y lo mismo podría decirse de la teoría de la relatividad. En realidad, muy pocas teorías en las ciencias empíricas fueron axiomatizadas siguiendo los preceptos neopositivistas (Hempel 1979). Para algunos sencillamente **no era adecuado pretender que todas las teorías científicas fueran reconstruidas como sistemas axiomáticos** cuando la axiomatización, ya sea mediante la lógica de primer orden, ya sea mediante otras herramientas matemáticas, **no es el modo habitual en el que los científicos construyen, presentan o aprenden las teorías** y, por tanto, su papel en las ciencias empíricas es pequeño (Gieryn 1988).

Aunque, como acabamos de decir, las pretensiones axiomatizadoras fueron abandonadas por los partidarios posteriores de la concepción enunciativa, éstos no ofrecieron una caracterización tan elaborada de la estructura de las teorías como la que ofreció el empirismo lógico. De hecho, con Popper el problema de la estructura de las teorías pasó a un lugar secundario en beneficio del problema del progreso científico y del cambio de teorías.

La concepción semántica

En torno los años setenta comenzó a desarrollarse una alternativa a la concepción enunciativa de las teorías: la concepción semántica. Para dicha concepción el problema de la estructura de las teorías seguía siendo fundamental, pero el modo de enfocarlo y el instrumental analítico era muy diferente. Sus representantes más destacados son P. Suppes, B. van Fraassen, R. Giere, F. Suppe, J. Sneed, W. Stegmüller, W. Balzer y, C. U. Moulines. Los cuatro últimos son defensores de un enfoque más formal dentro de la concepción semántica al que se conoce como 'escuela estructuralista'.

Frederick Suppe sitúa la base de la separación entre la concepción enunciativa y la semántica en que mientras que para la primera las teorías versan sobre fenómenos, para la segunda las teorías versan sobre sistemas físicos, como los gases ideales, las reacciones entre sustancias químicamente puras, las frecuencias genotípicas de poblaciones ideales o los patrones estímulo-respuesta en las conductas de individuos.

Los sistemas físicos son "réplicas muy abstractas e idealizadas de los fenómenos, que son una caracterización de cómo se habrían comportado los fenómenos si se hubieran dado las condiciones idealizadas." (Suppe 1989).

No es que Suppe afirme con esto que los defensores de la concepción enunciativa desconozcan la existencia de idealizaciones y de modelos en la ciencia. Se trata más bien de que para éstos dichas idealizaciones son el modo en que la teoría intenta recoger de forma tratable el comportamiento de ciertos fenómenos, mientras que para la concepción semántica, las teorías versan sobre esos sistemas idealizados o modelos, que representan de modo abstracto sólo algunos aspectos concretos de los fenómenos de los sistemas reales que pretenden ser explicados por la teoría, en lugar de hacerlo directamente sobre los fenómenos en toda su complejidad.

El nombre de concepción semántica viene precisamente de la importancia que se otorga al **concepto semántico de modelo y a la semántica formal**. El eslogan de las concepciones semánticas es: *las teorías no se identifican metateóricamente con conjuntos de enunciados; presentar una teoría no es presentar una clase de axiomas, presentar una teoría es presentar una clase de modelos*.

Un modelo, en su acepción informal mínima, es un sistema o "trozo de la realidad" constituido por entidades de diverso tipo que realiza una serie de afirmaciones, las realiza en el sentido de que en dicho sistema "pasa lo que las afirmaciones dicen" o, más precisamente, las afirmaciones son verdaderas en dicho sistema.

La concepción semántica de las teorías entiende que éstas no son básicamente entidades lingüísticas, como lo puede ser un sistema axiomático interpretado. Según dicha concepción:

- **El componente principal de una teoría es una estructura formal de carácter matemático.** Dependiendo de los autores, esa estructura formal es caracterizada como
 - un predicado conjuntista (un predicado que define un conjunto, como, por ejemplo, '*es un sistema mecánico-clásico*'), un espacio de estados, o un sistema de relaciones.
- **La estructura formal determina la clase de sus modelos**, esto es, la clase de los sistemas concretos que encajan en ella (que satisfacen o -en el caso de los modelos potenciales- podrían satisfacer las condiciones -las leyes- que definen al predicado conjuntista).

- Los modelos proporcionan a su vez el contenido empírico de la teoría. Así, puede decirse que un péndulo ideal sin rozamiento, que satisface las leyes newtonianas del movimiento, es un modelo de la mecánica clásica que representa a los péndulos reales, los cuales sí experimentan fuerzas de rozamiento. Todos los modelos similares que satisfagan estas leyes formarían el contenido de la mecánica clásica.

Una teoría científica estaría constituida por la estructura matemática compartida por sus modelos junto con las aplicaciones propuestas de la misma o, como dice Giere más genéricamente, por la población de sus modelos junto con varias hipótesis que conecten estos modelos con sistemas en el mundo real (Giere 1988).

En resumen: la teoría define un sistema abstracto que es satisfecho por una serie de modelos; y estos modelos son similares a los sistemas reales que pretenden ser explicados por la teoría.

Cuando se propone una teoría -escribe Suppe-, se especifica la estructura de la teoría y se afirma una hipótesis teórica que declara que los fenómenos del mundo real (o un fenómeno particular del mundo real) mantiene(n) una relación de mapeo con la estructura de la teoría por la cual esta estructura modela la conducta dinámica de los fenómenos o fenómeno. [...] Esto está en un nítido contraste con la Concepción Heredada, que construye las teorías como la conjunción de enunciados de leyes y reglas de correspondencia que especifican cómo se manifiestan las leyes en los fenómenos observables. (Suppe 1989).

En lugar de los axiomas y teoremas junto con las reglas de correspondencia, que constituían la estructura de una teoría enunciativa neopositivista, **para los estructuralistas, una teoría es un conjunto de modelos y de hipótesis que señalan qué objetos del mundo real encajan con los modelos**. El neopositivismo aceptaba que las teorías pudieran contener modelos. Para la concepción semántica una teoría es en realidad el conjunto de sus modelos. Los modelos no son entidades lingüísticas, aunque puedan ser formulados lingüísticamente.

Entre las **ventajas** principales de este cambio está

- la **desaparición de las reglas de correspondencia**, y
- la **desaparición** de todos los problemas ligados a su caracterización, no siendo el menor de ellos la **distinción teórico / observacional** aplicada a los términos científicos. Esta distinción es sustituida por la distinción teórico / no-teórico, la cual es siempre relativa a una teoría concreta, en lugar de ser absoluta y universal.
 - Al abandonar la distinción teórico / observacional, la concepción semántica **evita el tener que comprometerse con una base empírica para la ciencia descriptible en términos puramente observacionales**. Un compromiso que resultaba rechazable para teorías avanzadas, en las cuales la determinación los términos presupone la validez de ciertas leyes teóricas.
 - Pero al mismo tiempo queda abierta la **posibilidad de que la descripción de unos datos concretos sea no-teórica** en relación con la teoría para los que dichos datos cuentan como tales, ya que la carga teórica presente en la descripción puede provenir de otras teorías distintas.
- Otra ventaja es el hecho de que **una misma teoría puede recibir axiomatizaciones diferentes sin dejar de ser la misma teoría**. En cambio, si identificamos a una teoría con un conjunto de axiomas interpretados, con distintos axiomas (caso neopositivista) tendremos distintas teorías.

Teoría según la escuela estructuralista

Es la escuela estructuralista la que ha conseguido articular de forma más completa estas ideas, así que haremos una presentación somera de lo que dentro de ella se entiende por teoría. Dado que sus propuestas han recibido refinamientos sucesivos, nos atendremos a la caracterización que realizaron **Balzer, Moulines y Sneed** en "*An Architectonic for Science*" (1987). La concepción estructuralista es, dentro de la familia semántica, la que ofrece un análisis más detallado de la estructura fina de las teorías. Los principales elementos de dicho análisis son los siguientes

- Se **rechaza la distinción "teórico / observacional"** y se sustituye por otra **"teórico / no teórico"** relativizada a cada teoría,
- En términos de esa nueva distinción se caracteriza la base empírica y el dominio de aplicaciones pretendidas → **Base empírica \neq dominio aplicaciones pretendidas**
 - Los datos están cargados de teoría pero no de la teoría para la que son datos.
- Con esta nueva caracterización se da una formulación de la **aserción empírica que claramente excluye la interpretación "autojustificativa" de la misma.**
- Se identifican como nuevos elementos en la determinación de los modelos, además de las tradicionales **leyes**, otros menos aparentes pero igualmente esenciales, las **ligaduras** o **restricciones** cruzadas.
- Se identifican los **vínculos entre los modelos** de diversas teorías.
- Se caracteriza la **estructura sincrónica de una teoría como una red con diversos componentes**, unos más esenciales y permanentes y otros más específicos y cambiantes. La **evolución de una teoría consiste en la sucesión de tales redes.**
- Se **analizan en términos modelísticos las tradicionales relaciones interteóricas de reducción y equivalencia.**

Para los estructuralistas una teoría (o como ellos prefieren decir, un *elemento teórico*) es un par ordenado $\langle K, I \rangle$, en el que

- K es el **núcleo estructural** (kernel) de la teoría e
- I el conjunto de **aplicaciones intencionales** o realmente propuestas de la teoría.

Toda teoría consta, pues, de un componente K puramente formal que "dice algo" sobre ciertos sistemas físicos I .

El **núcleo** K está constituido a su vez por diversos elementos, todos los cuales pueden ser caracterizados de forma matemática. Fundamentalmente son los siguientes:

- (M_p) **Modelos potenciales** : Es el conjunto de todas las aplicaciones que podrían en principio ser modelos de la teoría porque cumplen ciertos requisitos estructurales para ello, aunque **no se sepa todavía si satisfacen realmente la ley o leyes fundamentales de la teoría**. Son estructuras que pueden al menos ser subsumidas bajo el marco conceptual de la teoría. En otras palabras, M_p sería el **conjunto de los mundos posibles para la teoría**.
- (M) **Modelos efectivos** : Es el conjunto de todas las estructuras que, además de cumplir los requisitos anteriores, **satisfacen realmente las leyes empíricas fundamentales**. Por tanto, la relación entre la clase de los modelos efectivos y la de los modelos potenciales sería $M \subseteq M_p$.

- (M_{pp}) **Modelos potenciales parciales** : Son fragmentos de los modelos potenciales que pueden ser entendidos o interpretados independientemente de la teoría en cuestión. Podemos decir que son modelos potenciales en los que se han apartado los componentes teóricos y se han dejado sólo los que pueden ser descritos mediante términos no-teóricos relativos a dicha teoría. Constituyen la base empírica de la teoría.
- (C) **Ligaduras** (*constraints*) : Son relaciones que conectan entre sí los diversos modelos dentro de una misma teoría. Establecen, por ejemplo, que un objeto tenga las mismas propiedades en diferentes modelos de la teoría.
- (L) **Vínculos** (*links*) : Son conexiones esenciales de los modelos de unas teorías con los de otras.

En cuanto a las aplicaciones intencionales I , no pueden ser caracterizadas de un modo puramente formal. Son los casos o ejemplos de la teoría que han sido propuestos alguna vez como tales por los científicos. Se trata, por tanto, de sistemas concretos con las características adecuadas y que se pueden describir con un vocabulario no-técnico en relación con la teoría en cuestión. En tal sentido, las aplicaciones intencionales son un subconjunto de los modelos potenciales parciales: $I \subseteq M_{pp}$.

En resumen, una teoría podría ser caracterizada como una estructura descrita por la tupla:

$$T = \langle M_p, M, M_{pp}, C, L, I \rangle$$

Ejemplo: modelización estructural de la teoría para el estudio de sistemas físicos sometidos a vibración

- (K) Núcleo estructural: un sistema de N partículas acopladas mediante resortes que se comportan de acuerdo a la ley de Hooke
 - M_p (modelos potenciales) : un conjunto de partículas y un conjunto de resortes, consideradas las constantes elásticas de los muelles, las masas de las partículas así como las expresiones entre las posiciones y las fuerzas efectuadas en función del tiempo
 - M (modelos efectivos) : sería el subconjunto de partículas y muelles en M_p que de hecho satisfacen las leyes de movimiento del sistema
 - M_{pp} (modelo potencial parcial) : estudio cinemático sobre el conjunto de sólo las posiciones de las partículas en función del tiempo, considerándose las masas y las fuerzas como teóricas
 - C (restricciones) : partículas iguales tienen masas iguales, y resortes iguales tienen iguales constantes de elasticidad
 - L (vínculos) : relaciones con otros elementos teóricos:
 - teoría clásica del espacio-tiempo
 - teoría que relaciona los equilibrios de masas, donde los ratios de masas entre elementos (m_i/m_j) pueden ser calculados
 - teoría de la elasticidad, donde las constantes elásticas (k_i) pueden ser calculadas
- (I) (aplicación intencional): por ejemplo, sistemas de sólidos rígidos conectados mediante muelles o bandas elásticas, o sistemas mecánicos sometidos a vibraciones pequeñas que puedan identificarse como sólidos rígidos compuestos por N moléculas

Críticas y posturas respecto a la concepción semántica

Posible compatibilidad entre concepciones semántica y enunciativa

Algunos autores de la concepción enunciativa no creen que el enfoque semántico obligue a abandonar la visión de las teorías que ellos defienden. Niiniluoto piensa que no son incompatibles, pues en la mayor parte de los casos las estructuras formales compartidas por los modelos pueden definirse mediante un lenguaje suficientemente rico. J. H. Fetzer escribe:

Es difícil resistirse a la conclusión de que la concepción semántica es realmente la concepción estándar de un cálculo abstracto del que podrían proporcionarse varias interpretaciones (parciales o completas), donde la noción de satisfacción de los predicados ha desplazado a la noción de verdad de los enunciados. Dado que Alfred Tarski ha mostrado que puede ser difícil discernir los beneficios de tal cambio. (Fetzer 1993).

No se ve del mismo modo desde los defensores de la concepción semántica. Los cambios que implican dicha concepción significan una superación del enfoque anterior y, por tanto, un verdadero progreso filosófico. Así lo declaran expresamente J. A. Diez y C. U. Moulines:

El enfoque semántico, que enfatiza la referencia explícita a los modelos, más que a los enunciados, puede parecer una mera revisión del enfoque sintáctico propio de la Concepción Heredada. Es efectivamente una revisión, pues pretende expresar más adecuadamente una idea ya contenida en la concepción anterior, aunque insatisfactoriamente expresada. Pero no es una mera revisión si con ello se quiere sugerir que se trata de una revisión sin importancia. En cuanto conceptualización más satisfactoria de una idea esencialmente correcta pero insatisfactoriamente conceptualizada con anterioridad, ejemplifica el tipo de progreso al que se puede aspirar en filosofía (Diez y Moulines 1997).

Crítica de Thagard a las concepciones semántica y heredada

Paul Thagard (1988) acusa a la concepción semántica de cometer el mismo error que la Concepción Heredada. Ambas ofrecen una **visión excesivamente idealizada de lo que son en la práctica real las teorías científicas y del modo en que son utilizadas por los científicos**, especialmente fuera de la física.

Status epistemológico de la teorías científicas

Una cuestión central que dejaremos para más adelante es la del status epistemológico de las teorías científicas, en particular el modo en que debe entenderse su relación con la realidad objetiva. Hay básicamente dos posiciones enfrentadas: la **instrumentalista** y la **realista**, aunque con numerosas variantes y propuestas intermedias (pragmatismo, relativismo, constructivismo social, empirismo constructivo, realismo constructivo, realismo interno, etc.).

- Para el **instrumentalismo** las teorías son herramientas conceptuales útiles para organizar nuestra experiencia, para predecir experiencias nuevas, para manipular y para controlar los procesos naturales, para resolver problemas, etc; **instrumentos de cálculo**, en suma, cuyas afirmaciones no deben tomarse como enunciados verdaderos acerca de la realidad.
- Para el **realismo** las teorías científicas bien confirmadas han de aceptarse como **verdades aproximadas**; el mundo es en sus estructuras fundamentales como dicen las teorías científicas.

Modelos

El **concepto de modelo**, está muy ligado al de teoría y, con la concepción semántica, está recibiendo una **atención cada vez mayor por parte de los filósofos de la ciencia**.

No hay un uso unívoco de este concepto en la ciencia, y cualquier caracterización del mismo se ve obligada a recoger de algún modo esta pluralidad de usos. Pese a ello, es un **concepto central en la práctica científica**, que en algunas disciplinas desplaza incluso al de teoría.

Así, en la biología, en la química, en las ciencias sociales, disponemos de modelos rigurosos acerca de una gran diversidad de fenómenos, pero en muchos casos se carece de una teoría que los encaje. En estas disciplinas son los modelos más que las teorías los que dirigen el trabajo de los científicos y los que son utilizados como base explicativa de los fenómenos (Diéguez 2013). De hecho, los modelos suelen ser una forma de desarrollar inicialmente una teoría (Leplin 1980 y Hartman 1995). El reconocimiento de la importancia de los modelos en la ciencia lleva a Frederick Suppe a manifestar de una forma elocuente el cambio de perspectiva producido en los últimos años:

Comencé [mi libro de 1974] "La estructura de las teorías científicas" afirmando que el problema "más central o importante" en Filosofía de la Ciencia es "la naturaleza y estructura de las teorías... ya que las teorías son el vehículo del conocimiento científico y están implicadas de un modo u otro en la mayor parte de los aspectos de la empresa científica". ¡Pues no se crean esto ni por un instante! Hoy en día gran parte de la ciencia es ateórica, como lo era entonces. Por ejemplo, el desarrollo de teorías es incidental en la mayor parte de la química actual. La tarea de la mayoría de las ciencias experimentales y observacionales es modelizar datos -de forma creciente además a medida que la ciencia se ha hecho computacionalmente intensiva. Hoy día los modelos son el vehículo principal del conocimiento científico (Suppe 2000).

Se ha dicho que uno de los factores que determinaron la caída del positivismo lógico fue justamente su incapacidad para acomodar el uso de modelos en la práctica de la ciencia. Carnap llegó a considerarlos prescindibles, si bien Nagel reconoció su función heurística y explicativa.

Significado y tipo de modelos

Una cuestión sobre la que ha habido mucha discusión es si el significado de 'modelo' es el mismo en las ciencias empíricas, como la física, la química o la biología, y en las ciencias formales, como la matemática. Nos atendremos únicamente a las ciencias empíricas. Incluso con esta restricción, hay diversas tipologías acerca de los modelos, que en ocasiones llegan a ser bastante heterogéneas. No obstante, algunos tipos de modelos se repiten en ellas más que otros, a veces bajo nombres distintos. Los más importantes aparecen ya en la clasificación ofrecida por Max Black en 1958 (Black 1966).

Modelos a escala

Un uso frecuente de este término, aunque de menor interés filosófico, es el que se refiere a los modelos a escala, es decir, a **reproducciones de objetos, normalmente a una escala menor que el original**, para facilitar su estudio en el laboratorio o para funciones didácticas. Por ejemplo, los modelos a escala de aviones para estudiar su comportamiento aerodinámico o los modelos de moléculas (como el ADN) formados con bolitas de plástico.

Modelos matemáticos y modelos semánticos

Quizás la distinción más básica que cabe hacer, y que paradójicamente recoge dos sentidos contrapuestos del término 'modelo', es la que separa entre **modelos matemáticos o formales** y los **modelos semánticos**.

- Los **modelos matemáticos o formales** : muchas veces cuando un científico dice que sería muy útil modelizar una serie de fenómenos lo que quiere decir es que debería lograrse la elaboración de un conjunto de ecuaciones que permitieran representar o simular el comportamiento de dichos fenómenos.

Son particularmente importantes a la hora de realizar predicciones, ya que éstas se ven facilitadas por el rigor y la capacidad deductiva de los mismos. Por ejemplo:

- El *modelo Volterra* consigue representar de forma útil y manejable, mediante un modelo matemático, el *sistema de interacciones entre los depredadores y sus presas*. También las relaciones entre lobos y conejos en una población determinada constituyen un modelo de las ecuaciones de Volterra.
- Los *modelos informáticos actuales sobre el tiempo atmosférico* no permiten realizar predicciones fiables que vayan más allá de cuatro días.

Tanto las ecuaciones del modelo Volterra como los elementos que constituyen los programas Informáticos de simulación del tiempo atmosférico son modelos matemáticos o formales.

- Los **modelos semánticos** son entidades (ya sean físicas o abstractas) que satisfacen un conjunto de ecuaciones o simplemente de enunciados teóricos.

Ejemplo: el Sistema Solar es un modelo de la mecánica newtoniana.

Así pues, podemos decir que un conjunto de ecuaciones sobre un sistema es un modelo matemático del sistema, pero también podemos decir que aquello que satisface esas ecuaciones es un modelo semántico de las mismas.

Los modelos semánticos pueden ser también estructuras matemáticas o formales. Así, las operaciones de suma y multiplicación son un modelo del Álgebra de Boole.

Modelos como función heurística y explicativa: modelos teóricos y modelos analógicos

Los modelos también pueden ser entendidos como **representaciones simplificadas de un sistema**, y como tales suelen desempeñar en la ciencia fundamentalmente una **función heurística y explicativa**. En virtud del modo en que se lleve a cabo esta función, podemos distinguir entre modelos **teóricos** y modelos **analógicos**.

- Los **modelos teóricos** son un conjunto de supuestos que intentan **explicar de forma esquemática o idealizada la estructura o el comportamiento de un sistema**.

Pueden variar enormemente en su complejidad, yendo desde simples diagramas conceptuales, como los diagramas de flujos empleados en ecología, hasta constructos cercanos en su desarrollo a una teoría elaborada, como en el caso del modelo atómico de Bohr.

Ejemplos: de modelos teóricos serían el modelo de bicapa lipídica para la membrana celular o el modelo de operón para la regulación enzimática de la expresión génica.

- El modelo de bicapa lipídica establece que las membranas celulares son estructuras fluidas formadas por una doble capa de moléculas de lípidos en la que se

insertan moléculas de proteínas. En esa doble capa las moléculas lipídicas se sitúan con sus colas hidrofóbicas orientadas hacia el interior y sus cabezas hidrofílicas hacia el exterior.

- El modelo de operón fue propuesto por François Jacob y Jaques Monod en 1961. Un operón es un conjunto de varios genes estructurales -genes que codifican para proteínas-, que se transcriben juntos y tienen función similar, además de otras zonas controladoras del ADN que son reconocidas por proteínas represoras o activadoras, productos a su vez de genes reguladores. Estas proteínas inhiben o activan respectivamente la transcripción de los genes estructurales.
- Los **modelos analógicos** pretenden también proporcionar una explicación de la estructura o funcionamiento de un sistema, pero no lo hacen mediante representaciones aplicables únicamente al sistema estudiado, sino mediante la **comparación con un sistema análogo que resulte familiar o mejor conocido**. El sistema análogo utilizado se supone que comparte con el sistema en estudio aspectos relevantes, pero **no es representativo de él en todos los aspectos**.

Ejemplos: modelos analógicos serían el modelo de bolas de billar para los gases, el modelo de la propagación ondulatoria del sonido para la luz, el modelo planetario de Rutherford para el átomo o el modelo del computador para la mente.

Aunque estos modelos son muy frecuentes en la ciencia, no todos los modelos científicos se basan en una analogía o funcionan como metáforas.

Estas distinciones no deben entenderse como exhaustivas ni como excluyentes. Como ya hemos dicho, el uso del término 'modelo' en la ciencia es muy diverso y cabría señalar aún algunos tipos de modelo que no hemos mencionado aquí, por ejemplo

- Los **modelos físicos o materiales**, como ciertos organismos claves (bacterias, nematodos, moscas, ratones, etc.) en la investigación biomédica. Por otra parte, las fronteras entre ellos no son precisas.

Algunos modelos matemáticos podrían considerarse desde cierta perspectiva como un caso especial de modelos teóricos. Otros, en cambio, que se limitan a establecer relaciones funcionales descriptivas entre variables, no pueden ser considerados como tales. Y determinados modelos analógicos pueden funcionar a veces como modelos semánticos, ya que son susceptibles de proporcionar una interpretación de la teoría, e incluso -si son lo suficientemente complejos y estructurados- como modelos teóricos de pleno derecho.

No todo modelo es concebido, sin embargo, para explicar un fenómeno.

- En ocasiones, como en el caso de los modelos a escala, su función puede ser meramente **ilustrativa o ejemplificadora** de los rasgos fundamentales de otra entidad.
- También pueden ser usados como:
 - **elementos auxiliares** en la experimentación, la manipulación o la enseñanza; como fuente de razonamientos subrogatorios;
 - **heurísticos** para el logro de nuevas hipótesis o para la orientación en el análisis de escenarios alternativos posibles; como herramientas para la predicción;
 - **instrumentos para el cálculo o para la precisión de ideas**; como meras descripciones simplificadas de estructuras y procesos;
 - **pruebas de la posibilidad de existencia**

Abstracción e idealización

Ahora bien, aunque exista una gran diversidad de modelos científicos, lo que casi todos tienen en común es que implican en mayor o menor grado el **uso de abstracciones e idealizaciones** para representar los fenómenos.

- La **abstracción** consiste en la supresión de ciertos elementos que están presentes en el sistema real modelado pero que no se consideran relevantes en un determinado contexto para dar cuenta de su funcionamiento.

Ejemplo: en la ley del péndulo ideal se hace abstracción de la resistencia del aire o de la posible acción de otras fuerzas, y en la ley de los gases ideales se hace abstracción de la composición, la estructura interna o el volumen de las moléculas.

- La **idealización**, en cambio, consiste en la distorsión o falseamiento explícito de ciertos elementos presentes en el sistema real para facilitar su tratamiento mediante el modelo.

Ejemplo: en ciertos modelos de la mecánica clásica la masa de un cuerpo se considera concentrada en un punto, o se contemplan fluidos con viscosidad cero, continuos e incompresibles; y en algunos modelos de la genética de poblaciones, éstas son infinitas en número de individuos o suponen que entre dichos individuos los cruces son completamente aleatorios.

Se ha dicho que **la abstracción implica la omisión de una verdad, mientras que la idealización es la afirmación de una falsedad** (Jones 2005). No obstante, la distinción no debe considerarse como tajante puesto que lo que algunos autores ven como abstracciones otros lo ven como idealizaciones y, de hecho, hay quien prefiere llamar a las abstracciones '**idealizaciones aristotélicas**', reservando la expresión '**idealizaciones galileanas**' para lo que aquí hemos llamado idealizaciones sin más (Frigg & Hartmann 2012 y McMullin 1985).

En los últimos años ha cobrado especial relevancia la cuestión de si los modelos pueden ser entendidos como entidades ficticias, al modo de los personajes literarios, como don Quijote o Macbeth (Suárez 2009, Giere 2009, Godfrey-Smith 2009, Frigg 2010, Salis 2019). Uno de los problemas que esto plantea es que entonces parece inevitable asumir que los modelos son falsos. Sin embargo, los defensores del **carácter ficcional de los modelos** argumentan que ese carácter no implica necesariamente que los modelos sean falsos, en el sentido de que no capten en absoluto la realidad.

Las ficciones no son necesariamente falsedades. Las ficciones son una forma de imaginar la realidad. El "sistema modelo" es imaginario, pero permite un conocimiento del "sistema diana", que es el sistema real modelado, porque podemos obtener conclusiones verdaderas acerca de él.

Otra posible respuesta sería admitir la falsedad de los modelos que contengan idealizaciones y abstracciones, pero negar que eso impida que cumplan sus funciones, incluso las explicativas, puesto que esa falsedad es compatible con su verdad aproximada.

Podríamos decir que son modelos "**parcialmente fiables**" (Contessa 2007). Un electrón no es una partícula moviéndose en tiempo real en una órbita clásica con una posición y una velocidad definidas, pero para ciertos propósitos esa ficción puede ser suficientemente apropiada. Otros autores, finalmente, han subrayado que podemos comprender los fenómenos por medio de modelos falsos y no a pesar de su falsedad, sino precisamente gracias a ella (Hindriks 2008 y 2013, Morrison 2009a, Kennedy 2012, Diéguez 2013 y 2015, Elgin 2017).

Consideremos el caso del modelo del éter electromagnético. Es un caso extremo de falsedad, puesto que carece de referencia real. Desde el principio estuvo claro para casi todos que el éter de Maxwell era una entidad ficticia. Sin embargo, cumplió una función muy valiosa en la articulación de la teoría electromagnética, una teoría que podemos considerar hoy como fuente de muchos enunciados aproximadamente verdaderos.

Por eso, es razonable pensar que su contribución al desarrollo y el progreso de dicha teoría justificaba su uso, independientemente del hecho de su falta de referencia a un sistema real, falta de referencia explícitamente reconocida en su formulación como modelo. Facilitó los cálculos, guió ulteriores investigaciones, tuvo un apreciable valor heurístico, fue una herramienta útil para el razonamiento acerca de los fenómenos del electromagnetismo y para derivar algunas relaciones matemáticas, y también contribuyó a realizar algunas afirmaciones verdaderas acerca de dichos fenómenos. Maxwell le atribuyó básicamente una función ilustrativa y auxiliar, sin que pretendiera que reflejaba algo real, y finalmente el núcleo de su teoría -las ecuaciones del campo electromagnético- prescindía del modelo.

No obstante, Margaret Morrison (2009b) ha argumentado convincentemente que no es posible ofrecer una explicación general del éxito de los modelos que consideramos falsos, porque presentan situaciones muy dispares. Hay que analizarlos individualmente para averiguar no sólo la medida real de su éxito, sino los aspectos del modelo que lo posibilitaron y las razones del mismo. No parece que el éxito del modelo del éter pueda ser visto en los mismos términos que el éxito de los modelos ptolemaicos para el movimiento de los planetas. El modelo del éter permitió una cierta comprensión de los fenómenos que ha perdurado, mientras que los modelos ptolemaicos no pueden ser interpretados desde el punto de vista actual más que como simples herramientas de cálculo sin capacidad para proporcionarnos una comprensión genuina de los mecanismos subyacentes.

La explicación científica

El concepto de explicación

La ciencia tiene una forma particular de construir y estructurar repuestas a la preguntas acerca de la naturaleza y su funcionamiento, que es a lo que nos referimos cuando hablamos de **explicación científica**. Éste es uno de los temas clásico que más discusión, más literatura y más ejemplos pintorescos ha generado en la Filosofía de la Ciencia. Entre los objetivos perseguidos por las ciencias empíricas hay dos que suelen citarse como básicos.

- **Explicar los fenómenos** que despiertan la curiosidad del ser humano, mediante su descubrimiento y descripción.
- **Predecir nuevos fenómenos** para, sobre todo, propiciar un control de los mismos.

En ocasiones, desde cierto empirismo radical, se sostuvo que la ciencia sólo debe interesarse acerca de cómo suceden las cosas y no acerca de por qué suceden. Sin embargo, esta vieja máxima encierra una grave incompreensión del papel de la ciencia. Cuando fue propuesta sólo quería decir que la ciencia debe desentenderse de las causas últimas o metafísicas y no que la ciencia debiera abandonar toda búsqueda de leyes causales y convertirse en un memorando de observaciones recogidas en leyes empíricas.

Explicar significa etimológicamente extender, desenvolver, desplegar.

En su acepción corriente, explicar un hecho consiste en **aclarar por qué se produjo**; en **señalar la causa del hecho**. Aunque también puede consistir en otras cosas, como dar más detalles sobre el mismo, identificarlo con otro, o analizar sus componentes estructurales.

- El **resultado** de la explicación debe ser siempre una **comprensión mejor del hecho**.
- Esto se consigue mediante su **incorporación al cuerpo de conocimientos previos**.

La **explicación científica** no es radicalmente distinta de la explicación ordinaria;

- Dado el mayor **rigor** del discurso científico, ha de cumplir **condiciones más estrictas**.
- Lo que pueda decirse acerca de explicar científicamente un hecho no tiene por qué ser aplicable a la explicación del significado de un poema o al acto de explicarle a alguien que no habla nuestro idioma que se nos ha roto el radiador del coche.

Ni sólo la ciencia es explicativa, ni toda la ciencia lo es. Ciertas disciplinas científicas, o partes de ellas, no son explicativas (típicamente en las disciplinas clasificatorias: taxonomías zoológicas o botánicas)

Ejemplos de explicación:

- *el extremado descenso de las temperaturas explica que las cañerías de casa se rompieran*
- *la fuga radiactiva explica las malformaciones genéticas en las poblaciones próximas a Chernobil*
- *que fumara cuatro paquetes diarios explica que Luis muriera de cáncer de pulmón*
- *la mecánica gravitatoria celeste explica las órbitas elípticas de los planetas*
- *la polarización de la luz se explica por su naturaleza corpuscular*

El carácter intensional de la explicación es un aspecto a tener en cuenta: un contexto es intensional si en él la sustitución de una expresión lingüística por otra que denote la misma entidad puede alterar el valor veritativo. El contexto *a explica b* es intensional.

Ejemplo, el lechero del barrio es el amante de la mujer de Pepe, y Pepe lo sabe. Supongamos que alguien, que no sabe que el lechero es el amante de la mujer de Pepe, nos pregunta por qué Pepe se pasó todo el día de mal humor.

- *"porque Pepe se ha cruzado en la puerta de casa con el amante de su mujer"* puede ser (en ciertas circunstancias) una buena explicación, mientras que
- *"porque Pepe se ha cruzado esta mañana en la puerta de casa con el lechero"* puede (en esas mismas circunstancias) no serlo.

Evolución del concepto de explicación

El análisis de la explicación se remonta prácticamente a los inicios mismos de la filosofía.

En la Antigüedad el precedente más notorio es **Aristóteles**, aunque ya en Platón se encuentran consideraciones de interés. La famosa teoría aristotélica de las **cuatro causas** o *aitíai* (material, formal, eficiente y final) es a su vez una teoría de la explicación. La palabra griega '*aitía*' suele traducirse por '*causa*', pero en Aristóteles parece significar primariamente una respuesta a una pregunta "*¿por qué?*", hay tantas *aitíai* como maneras de responder a esas preguntas. A la hora de explicar un cambio, su "por qué", podemos apelar a la materia constituyente, a la forma que se actualiza, al agente productor o a la finalidad del cambio (coincidiendo las tres últimas respuestas en los cambios naturales).

- Ha sido muy influyente a lo largo de la historia de la filosofía (y en parte lo continúa siendo en la actualidad), pero los análisis contemporáneos de la noción de explicación se plantean en términos más afines a la investigación metacientífica general.

Los filósofos de la ciencia han intentado buscar una estructura común a la diversidad de tipos de explicación científica, y para ello han formulado diferentes modelos de explicación.

- El punto de partida de los estudios sobre la explicación científica se sitúa a finales de los cuarenta con el trabajo fundacional de **Hempel** y **Oppenheim** (1948). Aunque anteriormente autores como **Mill** y **Popper** habían realizado algunas contribuciones de interés, es en ese artículo, y en otros trabajos posteriores de Hempel, donde por primera vez se aborda el tema de modo específico con un análisis detallado del concepto de explicación.
- En estos trabajos se establecen los términos en los que se va a desarrollar el debate posterior y se presenta una propuesta en relación a la cual se van a posicionar las diferentes alternativas. **La obra de Hempel es pues fundamental**, proporciona los fundamentos tanto metodológico como conceptuales.

Los distintos modelos que veremos se plantean con respecto a ciertos problemas en la explicación, hasta ahora no resuelta, presentando a su vez nuevos problemas que serán criticados, y de cuyo intento de superación dará lugar a nuevos modelos, que a su vez presentarán defectos a mejorar. De esta forma, modelo a modelo, llegamos a preguntarnos si realmente es posible la determinación de un modelo de explicación científica.

- Muchos de los problemas de los distintos modelos giran en torno a la capacidad de establecer qué es relevante de cara a la explicación.

El modelo de explicación por cobertura legal (Hempel)

El primer modelo general de explicación que se ensayó y el que más influencia ha tenido fue el **modelo por cobertura legal** (*covering law model*).

Se pueden encontrar antecedentes clásicos (Aristóteles), pero los que lo propusieron inicialmente en su forma actual fueron J. S. Mill, N. R. Campbell y Karl Popper y los que lo desarrollaron fueron Carl G. Hempel y Paul Oppenheim (1948).

Aunque ya superado, muestra cómo desde la filosofía se trata de caracterizar la estructura y formalidad lógica de las explicaciones científicas en todas las disciplinas, si bien presenta una serie de problemas. Este modelo puede afrontar, en general, dos tipos de explicaciones:

- **Explicar un fenómeno:** consiste en responder satisfactoriamente la pregunta acerca del porqué de ese fenómeno, proporcionando un **argumento** donde el fenómeno en cuestión aparece como **conclusión** de unas **premisas** que incluyan de manera implícita o explícita **al menos una ley general** (la explicación queda “cubierta por la(s) ley(es)”)

‘¿por qué sucede el fenómeno?’ debe interpretarse como ‘¿De acuerdo con qué leyes generales y condiciones antecedentes se produce el fenómeno?’.

 - Explicar científicamente un **fenómeno** es **derivarlo como caso particular de una ley general junto con ciertas condiciones iniciales**,
- **Explicar una ley:** si lo que se trata de explicar es una ley en lugar de un fenómeno aislado (leyes de Kepler o ley de Galileo sobre caída de los graves), el procedimiento a seguir es **subsumirla bajo una ley más general** (leyes newtonianas de la mecánica).
 - explicar científicamente una ley es **derivarla de otras leyes más generales**.

Características generales del modelo de cobertura legal

Estructura del modelo de cobertura legal

- **Explanans** o enunciados de los que se deriva el explanandum como conclusión. Si bien inicialmente se definió el modelo para leyes universales, en una de las expansiones de Hempel pasó a considerarse también para leyes probabilísticas.
 - Del explanans se infiere el explanandum.
 - El explanans se compone de:
 - una o varias **leyes generales** ($L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$)
 - **enunciados** que describen los **hechos particulares** o **condiciones iniciales** cuya concurrencia provoca la aparición del fenómeno ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$).
- **Explanandum** (E) enunciado descriptivo del fenómeno a explicar. En inicio Hempel restringió el alcance del modelo a la explicación de hechos particulares, que haría que el explanandum fuese un enunciado singular. En revisiones posteriores extendió la capacidad explicativa para dar cuenta también de regularidades generales:
 - **Hechos particulares** que ocurren en un cierto tiempo y lugar determinados (ver un palo en un vaso con agua “partido” al observarlo en los diferentes medios).
 - **Regularidades generales** expresables por medio de leyes de la naturaleza (ley de caída libre de los cuerpos de Galileo).

Características principales

Tenemos así un modelo explicativo consistente en la elaboración de un argumento que, basado en las leyes y marco teórico disponibles, y en los enunciados que describen los antecedentes del fenómeno, nos permite realizar una inferencia que dé forma a la explicación.

- El modelo cobertura legal **se centra en aspectos lógicos de la explicación**, aspectos sintácticos y semánticos (relacionados con la forma lógica y verdad de las premisas).
- Los **aspectos pragmáticos** (relacionados con las personas que intervienen en el proceso explicativo) son **secundarios**. Hempel quería: "*elaborar un concepto no pragmático de explicación, un concepto abstraído del pragmático*".
- Es una **reconstrucción lógica e idealizada de las explicaciones que realmente presentan los científicos**, obviando las variaciones de los factores pragmáticos y contextuales.
- Según sea la naturaleza de las leyes del explanans (universales/probabilísticas) hablaremos de explicaciones inferenciales deductivas o inductivas. A pesar de las características propias que detallaremos a continuación, cabe destacar que:
 - El rasgo más sobresaliente que comparten es el **objetivo final de subsumir** (deductiva o inductivamente) **un fenómeno bajo una ley** (universal o probabilística), cumpliendo siempre el requisito de la **máxima especificación**.
 - Por esa razón ambos tipos de explicación caen bajo el apelativo de '**modelo general de explicación por cobertura legal**'.

Tipo de ley	Tipo de Explanandum	
	Hechos particulares	Regularidades generales
Leyes universales	N-D Nomológico-Deductivo	N-D Nomológico-Deductivo
Leyes estadísticas	E-I Estadístico-Inductivo	E-D Estadístico-Deductivo

Modelo de explicación nomológico-deductiva (D-N)

Cuando es posible **deducir el fenómeno** a partir de la ley (o una ley a partir de otra ley más general) este tipo de explicación recibe el nombre de explicación **deductivo-nomológica** (D-N).

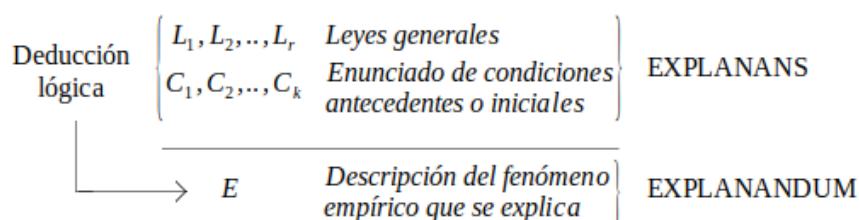
Características propias de la explicación D-N

Además de las condiciones del patrón general, ha de cumplir las siguientes condiciones:

- El explanandum es un hecho particular
- Las leyes del explanans son estrictamente generales, no son estadístico-probabilistas
- La relación de explicación es la de inferencia lógica deductiva

El explanans lo constituyen las leyes no probabilistas y las condiciones antecedentes; el explanandum se deduce lógicamente de esas leyes y de esas condiciones antecedentes

$$\begin{array}{rcl}
 L_1, L_2, L_3, \dots, L_n & & \\
 C_1, C_2, C_3, \dots, C_k & & \text{Explanans} \\
 \hline
 E & & \text{Explanandum}
 \end{array}$$



Ejemplos

- mecánica newtoniana y determinación de coordenadas de reaparición de un cometa
- explicación heliocéntrica de las fases de Venus,
- explicación por la mecánica relativista de la órbita anómala de Mercurio.
- ley de la oferta en la demanda y aumento del precio del petróleo

Requisitos imprescindibles para Hempel

El modelo D-N cumple requisitos imprescindibles para Hempel en la explicación científica:

- La **relevancia explicativa** (*explanatory relevance*). Exige que la información aducida proporcione buena base para creer que el fenómeno a explicar tuvo o tendrá lugar
 - La explicación D-N cumple este requisito con creces, toda vez que el explanans ofrece el fundamento lógico más fuerte posible para concluir el explanandum lo implica deductivamente. Aceptada la información contenida en el explanans, ha de concluirse por necesidad el acaecimiento del fenómeno en cuestión.
 - Es necesaria, no suficiente (esto generará críticas)
- La **contrastabilidad** (*testability*). Pide que los enunciados que componen la explicación sean empíricamente contrastables, al implicar el explanans que el fenómeno ha de producirse bajo ciertas condiciones. Si en tales condiciones el fenómeno no se produce, la explicación quedaría invalidada por la experiencia.
- En realidad, según Hempel, **toda explicación que cumpla el requisito de la relevancia cumple también el de la contrastabilidad, aunque no a la inversa.**

En realidad, Hempel y Oppenheim (1948) establecieron tres requisitos lógicos para la explicación, a los que Hempel (1965) añadió un cuarto de carácter empírico:

Condiciones lógicas	R1	El explanandum debe ser consecuencia lógica del explanans
	R2	El explanans debe contener esencialmente la menos una ley general necesaria para derivar el explanandum
	R3	El explanans debe tener contenido empírico contrastable
Condición empírica	R4	Los enunciados que constituyen el explanans han de ser verdaderos.

Las leyes que forman parte de las explicaciones D-N deben ser enunciados universales verdaderos de la forma: '*En todos los casos en que están dadas las condiciones de tipo F, se dan también las condiciones de tipo G*'. Pero eso sólo no basta, ya que no todo enunciado universal verdadero es una ley científica. Hempel es de los que considera que es necesario que dicho **enunciado sirva para justificar enunciados condicionales contrafácticos.**

Tesis de la simetría explicación-predicción en la estructura lógica del modelo D-N

La estructura lógica de la explicación D-N es la misma que la de la predicción en las ciencias, con la única salvedad del orden en el procedimiento. Explicación y predicción serían las dos caras de la misma moneda (simetría entre explicación y predicción).

- En la **explicación** tenemos el **explanandum** (fenómeno concreto) y **buscamos el explanans conveniente** (leyes y condiciones iniciales);
- En la **predicción** tenemos las **leyes y las condiciones iniciales** y **buscamos un fenómeno futuro** que se siga de ellas.

Se afirma así que tenemos una explicación de un fenómeno si y sólo si lo hubiésemos podido predecir. El mismo argumento que nos sirve para explicar el fenómeno una vez que sabemos que éste se ha producido nos habría permitido predecirlo antes de que se produjera.

La diferencia entre explicar y predecir es únicamente pragmática, dependiendo del momento

- si se formula antes de conocer el fenómeno, predecimos,
- si se formula después, explicamos.

Modelo D-N y relación causal

Hempel cree que la explicación D-N proporciona una aclaración de los conceptos de:

- **causa** = "conjunto más o menos complejo de circunstancias y hechos que podría describirse por un conjunto de enunciados C_1, C_2, \dots, C_k ."
- **explicación causal** = "afirma implícitamente que hay leyes generales L_1, L_2, \dots, L_n en virtud de las cuales la aparición de los antecedentes causales C_1, C_2, \dots, C_k es una condición suficiente para la aparición del hecho señalado en el explanandum."
 - $(L_i \wedge C_k) \rightarrow E$ (son condición suficiente para la explicación del explanandum)

Así pues, *toda explicación causal no es más que una explicación deductivo-nomológica* más o menos disimulada e incompleta.

- Lo contrario no: **no toda explicación deductivo-nomológica es una explicación causal**.
Ejemplo, las leyes pueden ser explicadas deductivo-nomológicamente subsumidas por leyes más generales; carecería de sentido afirmar que una ley es la causa de otra; que las leyes de la mecánica de Newton son la causa de las leyes de Kepler.

Por otra parte, **hay explicaciones D-N de hechos singulares que no son explicaciones causales**.

Ejemplo: Cuando se explica el hecho de que un péndulo tarde dos segundos en cada oscilación diciendo que su longitud es de 1 metro y que el período t de un péndulo está relacionado con su longitud por la ley $t = 2\pi\sqrt{l/g}$, donde g es la aceleración de la gravedad, no parece muy correcto concluir que la longitud de 1m sea la causa del período de 2s (sería igualmente posible concluir que la causa de que mida 1 metro es que tiene un periodo de 2 segundos, puesto que la ley expresa coexistencia de fenómenos y no una sucesión).

Para que una explicación D-N sea causal, las leyes del explanans deben expresar una sucesión entre dos tipos de fenómenos.

Modelo de explicación inductivo-estadística (I-S)

Por razones fácilmente apreciables **la explicación deductivo-nomológica no es aplicable en muchos ámbitos de las ciencias**, especialmente en la biología y en las ciencias humanas y sociales. Son raras, según Hempel, las ocasiones en las que logramos obtener dentro de tales ciencias leyes universales como las anteriormente citadas que expresen una conexión permanente y sin excepciones entre los hechos. La mayor parte de las leyes que encontramos en ellas son **leyes probabilísticas**, o sea, leyes que expresan una conexión probable entre los hechos.

Cuando **sólo se dispone de leyes probabilísticas o estadísticas**, las explicaciones resultantes no serán D-N (el apoyo del explanans al explanandum carecerá de la fuerza necesaria para ello). Hempel denomina a este tipo de explicaciones '**explicaciones probabilísticas**' o también '**explicaciones inductivo-estadísticas**' (abreviadamente I-S).

- Existen también explicaciones deductivo-estadísticas. Estas se dan cuando una ley estadística es explicada por (derivada de) otras leyes estadísticas más generales.

Características propias de la explicación I-S

Las diferencias básicas de las explicaciones I-S respecto a la explicación D-N son dos:

- las leyes del explanans son **leyes probabilísticas** en vez de enunciados universales
- los enunciados del explanans **apoyan inductivamente el explanandum**.
 - Este carácter inductivo de la explicación probabilística opera un efecto importante sobre su capacidad para predecir eventos futuros.

La explicación I-S se reduce a **predecir un fenómeno en los límites de una probabilidad dada**, efectúa una *predicción racional*, pero no una predicción científica en sentido técnico. La no aparición del fenómeno predicho no conduce necesariamente al rechazo de la ley.

$P(G/F)=r$	• $P(G/F)=r$ ley probabilística donde para una serie de casos de F , la proporción de casos que dan G es igual a $r \in [0,1]$
i es un caso de F	• La línea de separación = simboliza que la relación entre ambos no es deductiva, sino inductiva , y que el grado de probabilidad que enunciados del explanans prestan al explanandum es r .
===== [r]	
i es un caso de G	

$p(G,F)=r$	<i>Ley estadística</i>	} EXPLANANS
F_b	<i>un individuo concreto F es b</i>	
===== [r]		
G_b	<i>Caso inducido donde un sujeto G es b</i>	} EXPLANANDUM

Es de suponer además que, para que la explicación sea válida, r debe ser mayor de 0,5, y cuanto más cercano a 1 mejor. Valga como ilustración este ejemplo:

La probabilidad de que sane un individuo que sufre una infección por estreptococos y es tratado con penicilina es de 0,8.

Juan sufrió una infección por estreptococos y fue tratado con penicilina.

===== [0.8]

Juan sanó.

Ambigüedad epistémica y el requisito de máxima especificidad

Otra diferencia adicional entre las explicaciones I-S y D-N surge del carácter probabilístico de las primeras. Las explicaciones I-S adolecen de cierta **ambigüedad epistémica** que no se presenta en las explicaciones D-N.

*La probabilidad de que **no** sane un individuo que sufre una infección por estreptococos resistentes a la penicilina y es tratado con penicilina es de 0,8.
Juan sufrió una infección por estreptococos resistentes a la penicilina y fue tratado con penicilina.*

===== [0.8]

*Juan **no** sanó.*

Lo paradójico en todo esto es que en ambos casos las premisas son aceptadas como verdaderas y, sin embargo, dan como casi seguras conclusiones que son contradictorias. Esto es algo que no podría ocurrir en la explicación D-N. En un razonamiento deductivo si las premisas se aceptan como verdaderas, la conclusión es también verdadera y su negación falsa, y no cabe derivar este enunciado falso de otras premisas aceptadas a su vez como verdaderas.

Mientras que **a partir de premisas que contengan leyes estadísticas aceptadas como verdaderas es posible atribuir una alta probabilidad a dos conclusiones contradictorias**, no siendo posible deducir enunciados contradictorios a partir de premisas verdaderas.

- La **ambigüedad epistémica** de la explicación I-S se basa en que en la lógica deductiva se pueden añadir nuevos términos al antecedente de una implicación sin que ello perturbe su validez, pero no sucede lo mismo en la lógica inductiva. Si $A \rightarrow B$, entonces $(A \wedge C) \rightarrow B$. Pero por alta que sea la probabilidad de B dado A , eso no tiene ninguna influencia sobre la probabilidad de B dados A y C juntos.

Para solventar esta dificultad Hempel propone el **requisito de la máxima especificidad**.

- No es un requisito formal que deban cumplir las explicaciones I-S, se trata más bien de un requisito **para su aplicación en una determinada situación cognitiva**.

"sería deseable que una explicación aceptable se basara en un enunciado de probabilidad estadística perteneciente a la más restringida clase de referencia de la cual sea miembro el hecho particular en consideración, según nuestra información total."

Ejemplo(cont): si además de saber que Juan sufrió una infección por estreptococos, sabemos que la cepa que lo infectó es resistente a la penicilina, deberíamos incluir esta información en los razonamientos explicativos en los que fuera relevante, ya que hace que Juan pertenezca a una clase de referencia más restringida que la de los simples infectados por estreptococos, y las generalizaciones estadísticas que se hagan sobre esta clase restringida podrían ser diferentes de las que se hicieran sobre la clase más amplia de los infectados comunes. Una vez aceptado este requisito estamos en condiciones de rechazar el primero de los dos razonamientos explicativos sobre Juan por no recoger toda la información relevante disponible.

En las explicaciones D-N el requisito de la máxima especificación es satisfecho necesariamente, ya que están basadas en leyes universales del tipo '*todo A es B*', y si todo A es B, no puede haber un subconjunto de A en el que la probabilidad de B sea distinta de 1. Toda la información relevante en una explicación D-N está incluida en las premisas (*podríamos entender la explicación D-N como un caso particular de I-S con $r=1$*).

- la explicación I-S ha de estar siempre referida a una **situación cognitiva concreta** -es lo que Hempel llama '**relatividad epistémica de la explicación estadística**',
- mientras que en las explicaciones D-N el **explanans** implica el **explanandum independientemente de lo que sepamos en cada momento**, y su aceptabilidad depende sólo de la verdad de sus premisas.

Reformulación de los criterios de adecuación

Como consecuencia de las sucesivas modificaciones del modelo, en especial en cuanto a la inclusión de las leyes estadísticas que acabamos de ver, los requisitos de adecuación impuestos por Hempel también se vieron modificados, siendo una versión de los mismos la que sigue:

Condiciones lógicas	R'1	Una explicación es un argumento que tiene una forma lógica correcta, bien sea deductiva o bien inductiva
	R'2	El explanans debe contener esencialmente al menos una ley general, bien sea universal o bien estadística
	R'3	El explanans debe tener contenido empírico contrastable
Condición empírica	R'4	Los enunciados que constituyen el explanans han de ser verdaderos.
Condición de relevancia	R'5	La explicación debe satisfacer el requisito de máxima especificación

Críticas al modelo de explicación por cobertura legal

Este modelo fue propuesto por sus defensores como un **ideal lógico** mejor o peor encarnado por las explicaciones formuladas normalmente en la ciencia. Sería vano esperar, de acuerdo con esto, que cualquier explicación científica venga estructurada exactamente en las formas descritas.:

- Hempel reconoce que **es frecuente encontrar explicaciones elípticas** en las que se **dan por supuestas ciertas leyes** y no se las menciona en el explanans, e incluso explicaciones **parciales** o **esbozos** de explicación, que se encuentran lejos de las explicaciones completas en cuanto a su rigor y elaboración.
- Pero en todos los casos, según Hempel, se **presupone el carácter subsumible del explanandum bajo una ley**. Sin embargo, muchos críticos de este modelo han puesto en **cuestión** precisamente que todas las explicaciones científicas **se basen explícita o implícitamente en leyes generales** bajo las que quepa subsumir el explanandum.
 - Las explicaciones en ciencias humanas y en biología **rara vez** pueden acudir a dichas leyes, incluso en forma de leyes estadísticas.
 - En dichas ciencias son frecuentes más bien las **explicaciones narrativas**, que explican los hechos mediante un relato pormenorizado de los mismos, y cuya estructura no encaja en un modelo de cobertura legal.

Requisito de relevancia explicativa es insuficiente

Las críticas más importantes al modelo de cobertura legal son las que se centran en el primero de los requisitos que Hempel exigía a toda explicación: el requisito de la relevancia explicativa, que pedía que la información explicativa aducida proporcionara una buena base para creer que el fenómeno ha ocurrido u ocurrirá.

Para empezar, **se ha negado que dar una buena base para creer en la ocurrencia de algo signifique siempre explicar ese algo.**

- Esto es particularmente claro en los casos de **asimetría explicativa**, cuando tenemos dos enunciados equivalentes donde uno explica el otro, pero no al contrario.

Ejemplo: un péndulo de longitud 1m (junto con la ley que relaciona período y longitud de un péndulo) explica por qué el período del péndulo es de 2s; pero el tener un período de 2s. no explica por qué el péndulo mide 1m (porque así lo ha querido su constructor). Ambos enunciados proporcionan una buena base para creer en el otro. Por consiguiente, tener un período de 2s proporciona una buena base para creer que la longitud del péndulo es de 1m, pero no "explica" esa longitud (**Bromberger** 1966).

Esta crítica **afecta a la tesis de la identidad estructural entre explicación y predicción**, pues implica que hay ocasiones en las que podemos predecir fenómenos sin una explicación.

- **Scheffler** (1957) y (1963) y Michael **Scriven** (1959) → una predicción científica podría **basarse en un conjunto de datos sin necesidad de recurrir a ninguna ley, careciendo así de capacidad explicativa.**

Ejemplo: después de muchos ensayos con diferentes metales comprobamos que la resistencia eléctrica de todos ellos aumenta con la temperatura. A partir de ahí es posible predecir que el aumento de la temperatura de un metal no analizado aún comportará un aumento de su resistencia eléctrica, sin utilizar ninguna ley científica.

Respuesta de Hempel: el requisito de la relevancia explicativa es una condición necesaria, pero no suficiente, de la explicación científica, pudiendo darse una buena base para creer algo sin que se esté dando al mismo tiempo una explicación

Ejemplo: el corrimiento hacia la parte roja del espectro luminoso que experimenta la luz procedente de las galaxias lejanas proporciona una buena base para creer que esas galaxias se alejan velozmente de nosotros, pero no explica por qué se alejan.

Ambigüedad explicativa: Hempel no aclara por qué hay ocasiones que con buena base para creer que algo ha ocurrido u ocurrirá estamos explicando y en otras no lo estamos haciendo.

Irrelevancia predictiva: no toda explicación es un predicción

No toda explicación proporciona una buena base para creer que algo sucederá → **no toda explicación es potencialmente una predicción.**

- **Scriven** destacó que cabe explicar un hecho *X* si se encuentra para él una respuesta del tipo '*la única causa de X es A*'; y, con todo, esta respuesta no siempre habría permitido una predicción del hecho de no haber sido conocido. Por ejemplo, la única causa de la **paresia** es la **sífilis** no tratada, que explica que alguien la padece porque sufrió de sífilis y no recibió tratamiento. Pero sólo un porcentaje reducido de sífilíticos no tratados la manifiestan, de modo que no es posible predecir si un sífilítico determinado la desarrollará. Más bien la predicción que correspondería hacer es que no la desarrollará, puesto que las probabilidades de que no la desarrolle son mayores.

- *Hempel*: por ser la paresia una secuela muy rara de la sífilis, la infección sífilítica no tratada no puede ser por sí sola una explicación adecuada de ella. La sífilis es condición necesaria para la paresia, no una condición suficiente. Y *"una condición que es nómicamente necesaria para la producción de un hecho, en general no lo explica"*.
- Stephen **Toulmin** adujo el caso de la **teoría de Darwin**, de gran poder explicativo que le permite explicar el origen de las especies por la variación y la selección natural, pero no proporciona ningún instrumento para predecir la aparición de una nueva especie.
 - *Hempel* intenta eliminarla distinguiendo entre historia de la evolución y teoría de los mecanismos subyacentes de la mutación y la selección natural. La historia de la evolución es una narración hipotética que describe las etapas evolutivas y, por lo tanto, no tiene un carácter explicativo. La teoría de la selección natural, en cambio, sí lo tiene. Hempel considera que si dispusiéramos de los datos pertinentes, dicha teoría podría explicar, por ejemplo, por qué desaparecieron los dinosaurios, aunque fuera de forma probabilística (→ hubiéramos podido predecir su desaparición (probabilísticamente) antes de que ésta se produjera)
- Según **van Fraassen**, la respuesta de Hempel presupone que vivimos en un mundo determinista al menos en el nivel macroscópico, y que descubriendo todos los factores que desconocemos tanto la paresia como la desaparición de los dinosaurios habrían podido ser predichos con cierta seguridad. Pero **existen casos en los que no cabe pensar que haya una información más completa que nos permita hacer una predicción**. La vida media del uranio U_{235} es de $4,5 \times 10^9$ años. La probabilidad de que un trozo pequeño de uranio emita radiación en un intervalo corto de tiempo es muy baja. Si la emitiera diríamos que ese hecho (imposible de predecir) se explica por la teoría atómica, al tener el uranio una determinada estructura atómica que hace posible la desintegración espontánea. La física atómica está llena de ejemplos en los que un fenómeno con una probabilidad muy baja es explicado en términos de la estructura atómica de los materiales.
- **Sistemas caóticos**: Otro ejemplo que podría aducirse contra la tesis de la identidad estructural entre explicación y predicción es el que proporcionan los **sistemas sensibles a las condiciones iniciales**, o por expresarlo con un lenguaje más popular el de los sistemas que presentan el llamado '**efecto mariposa**'. Se trata de sistemas caóticos cuyo comportamiento puede ser explicado científicamente mediante leyes deterministas, pero cuyo resultado final es altamente imprevisible en la práctica debido a los efectos multiplicadores que experimentan las diferencias infinitesimales en las condiciones iniciales de las que se parte en cada caso concreto.

Ejemplos: ya descritos por Henri Poincaré, son los **sistemas físicos en equilibrio inestable**, las condiciones meteorológicas o el juego de la ruleta. Una pequeña perturbación en las condiciones iniciales produce en tales sistemas un resultado final muy diferente del que se esperaría en caso de no haberse dado tal perturbación. En el ejemplo clásico, el aleteo de una mariposa sobre algún lugar de Japón provoca modificaciones en el movimiento de las moléculas que componen el aire, y tales modificaciones, si las circunstancias son apropiadas, pueden terminar desencadenando un ciclón sobre el Caribe.

Ambigüedad epistémica respecto a la máxima especificación (RME) de las explicaciones I-S

Salmon ha señalado que **el requisito de la máxima especificación para las explicaciones I-S es insuficiente** porque, si bien garantiza que toda la información relevante sea incluida en la explicación, **no asegura que sólo se incluya información relevante**.

Puede haber argumentos que cumplan el requisito y proporcionen un alto grado de probabilidad a su conclusión pero que no den lugar a explicación científica satisfactoria.

Ejemplo: las personas que cogen un resfriado tienen una alta probabilidad de recobrase en una quincena si toman vitamina C. El uso de la vitamina C no explica la curación del resfriado (casi todos los resfriados desaparecen por sí solos en dos semanas). Podría decirse que el uso de la vitamina C es relevante para la duración y severidad del mismo.

En la explicación D-N aparece un problema similar en tanto que también en ella **una información relevante puede proporcionar buena base para creer algo y no ser una explicación de ese algo**.

Ejemplo: Juan evitó quedarse embarazado durante el año pasado porque estuvo tomando regularmente las píldoras anticonceptivas de su esposa, y todo hombre que toma píldoras anticonceptivas evita el embarazo. La información aducida es realmente irrelevante, porque Juan no se habría quedado embarazado de todas maneras.

Salmon cree que el requisito de la relevancia debería hacer honor a su nombre y **exigir** que el explanans proporcione una base buena y relevante para el explanandum, es decir, **que incluya toda la información relevante y sólo información relevante** para el mismo.

Una alta probabilidad del explanandum dado el explanans no es una condición necesaria ni suficiente para la explicación estadística.

- Del ejemplo de la paresia citado por Scriven, se sigue que una alta probabilidad no es una condición necesaria para tener una explicación científica legítima.
- Del ejemplo de la vitamina C citado por Salmon se sigue que una alta probabilidad no es una condición suficiente para tener una explicación científica legítima.

El modelo de la relevancia estadística (Salmon)

El **modelo de la relevancia estadística** (*statistical-relevance model*, S-R) fue propuesto por Wesley C. Salmon (1971) como intento de superar las deficiencias que el modelo de explicación por cobertura legal presentaba en lo referente sobre todo a la explicación I-S. Aunque está muy ligado al modelo de Hempel (**también es un modelo de cobertura legal** en el que el explanans está formado por leyes estadísticas) difiere de él en aspectos importantes.

- **Idea básica:** para tener una explicación estadística satisfactoria, las condiciones antecedentes no deben, con ayuda de una ley, hacer altamente probable el explanandum, sino que simplemente deben ser un factor **estadísticamente relevante** para el explanandum (un factor que modifica la probabilidad del suceso, tal que las probabilidades del suceso tomando en cuenta el factor y sin tomarlo en cuenta son diferentes):
- Para Salmon, **la explicación no es** (o no es siempre) **un argumento, sino un conjunto de enunciados**, o más precisamente, un **conjunto de factores estadísticamente relevantes** y ciertos hechos generales que son leyes naturales.
 - Por tanto es un **modelo de cobertura legal no inferencial**

- Un factor C es **estadísticamente relevante** para un fenómeno B bajo las circunstancias A si y sólo si la probabilidad de B dado A es distinta en la presencia de C que en su ausencia:

$$P(B/A \cdot C) \neq P(B/A)$$

Según el criterio de Hempel $P(B/A \cdot C)$ debía ser alta para que la explicación fuese válida, pero ejemplos como el de la paresia mostraban que este requisito era muy fuerte y que con una probabilidad baja cabía también hablar de explicación.

El modelo de Salmon recoge esta crítica al no exigir siquiera que la probabilidad de B dado A en presencia de C sea mayor que la probabilidad de B dado A , sólo **exige que sea significativamente distinta**. Es por esto que para Salmon las explicaciones no son argumentos.

- Al no haber requisito de la alta probabilidad, **el explanans no permite inferir** que el suceso ocurriera o deba esperarse. Sólo permite establecer "*qué clase de expectativas habrían sido razonables y bajo qué circunstancias debía esperarse*".

Relevancia positiva y negativa. Método de la recondicionalización sucesiva

Que la probabilidad del suceso en presencia de un factor C es distinta que en su ausencia quiere decir que o bien es mayor o bien es menor. Eso significa que habrá **factores positivamente relevantes** y **factores negativamente relevantes** para el fenómeno, teniendo ambas **alcance explicativo** (*explanatory import*), y que ambos serán explicativos con el mismo derecho.

Es fácil entender que los **factores positivamente relevantes sirven para explicar** un fenómeno.

Ejemplo: Fumar treinta cigarrillos diarios es positivamente relevante para sufrir un cáncer de pulmón, luego en la explicación del cáncer de pulmón desarrollado por un individuo es lógico que aparezca como factor el hecho de que era un gran fumador.

Pero resulta complicado entender cómo los **factores negativamente relevantes** (que bajan la probabilidad de la ocurrencia de un evento) **también pueden servir para explicarlo**.

<i>Ejemplo:</i> en un golpe de golf desviado la bola rebota en una rama y cae al hoyo.	A : golpeo de la pelota D : choque de bola con rama E : hoyo en uno	$P(E/A) > P(E/A \cdot D)$
--	---	---------------------------

La probabilidad de un hoyo en uno es mayor si no golpea en una rama que si la golpea. Así, golpear la rama es negativamente relevante para caer en el hoyo. Pero, en estas circunstancias explica por qué la bola, que llevaba una trayectoria desviada, entró en él.

Sin embargo, este caso se convierte en positivamente relevante cuando A : golpeo de bola con trayectoria desviada. Entonces $P(E/A) < P(E/A \cdot D)$.

En hacer eso consiste esencialmente el **método de la recondicionalización sucesiva** al que acude Salmon para solventar los problemas de la relevancia negativa. Es dudoso, sin embargo, que ese método pueda resolver el contraejemplo de N. Cartwright (*supervivencia de la hiedra rociada con el defoliante, y que se justifica en el % de probabilidad de supervivencia, igual que las que mueren se justifican en el % de éxito del producto*). Algunos, como Tuomela, niegan que tengan capacidad explicativa alguna.

Explicación según el modelo S-R

Para el modelo de Salmon la manera correcta de demandar una explicación de un hecho no es mediante la pregunta *¿por qué ocurre que x es B ?*, sino más bien mediante esta otra: *¿por qué x , que es un miembro de la clase A , es un miembro de la clase B ?*; y la respuesta adecuada sería: *x es también C , donde C es relevante para B dado A .* Esto es, en lugar de preguntar *¿por qué x sanó?*, habría que preguntar *¿por qué x , que sufrió una infección por estreptococos, sanó?*, siendo la respuesta ' *x fue tratado con penicilina y la penicilina hace sanar a los infectados por estreptococos.*

$P(B/A \cdot C_1) = p_1$
 $P(B/A \cdot C_2) = p_2$
 \dots
 $P(B/A \cdot C_n) = p_n$
 $x \in C_k (1 \leq k \leq n)$

Así, para Salmon la explicación consiste en un conjunto de leyes de probabilidad empírica que relacionan las clases A y B , junto con un enunciado (el explanandum) que afirma que x está incluido en una clase C relevante para B dado A :

Para que la explicación sea válida debe además dos condiciones (Salmon planteó hasta 8):

- Que los valores de probabilidad p_1, \dots, p_n sean todos diferentes.
 - impide que se introduzcan subdivisiones irrelevantes, dejando pasar sólo las relevantes. Teniendo en cuenta que un factor relevante es el que hace variar la probabilidad "a priori" de que un x que es A sea también B , si no introduce ninguna variación en la probabilidad con respecto a otro factor, entonces es irrelevante.
- Que cada partición de A en $(A \cdot C_1, A \cdot C_2, \dots, A \cdot C_n)$, sea homogénea con respecto a B , es decir, que ninguna de las casillas de esta partición sea a su vez susceptible de subdivisión en algún modo relevante para la ocurrencia de B .
 - Análoga a la máxima especificación de Hempel, y exige que se introduzcan todas las subdivisiones relevantes.
 - Salmon recalca que esta condición ofrece una diferencia filosófica fundamental con respecto a Hempel. El requisito de Hempel era epistémicamente relativo, ya que lo que fuera relevante dependía de una situación cognitiva dada, en cambio el requisito de Salmon pide que **la partición en casillas hecha en el explanans sea objetivamente homogénea**, sin ningún tipo de relatividad epistémica.

Ejemplo: *¿por qué x , que sufrió una infección por estreptococos, sanó?*

A : clase de los que sufren infección por estreptococos,

B : clase de los que sanan de una infección por estreptococos,

C_1 : clase de los que son tratados con penicilina,

C_2 : clase de los que no son tratados con penicilina,

$$P(B/A \cdot C_1) = 0,8$$

$$P(B/A \cdot C_2) = 0,4$$

$$x \in C_1$$

x sanó porque pertenecía a la clase C_1 de los tratados con penicilina, y pertenecer a dicha clase es un factor relevante para que se sane de una infección por estreptococos. Pero esto no se establece como la conclusión de una inferencia de ningún tipo.

Obsérvese que si la probabilidad hubiera sido menor de 0,5, la explicación seguiría siendo válida.

Ejemplo: ¿por qué x , que es un ser humano, sufrió una paresia?

A : clase de los seres humanos,

B : clase de los que sufren paresia,

C_1 : clase de los que han padecido sífilis sin tratamiento,

C_2 : clase de los que no han padecido sífilis sin tratamiento.

$$P(B/A \cdot C_1) = 0,35$$

$$P(B/A \cdot C_2) = 0$$

$$x \in C_1$$

Esta explicación muestra que no importa tanto que se atribuya al fenómeno una alta probabilidad como que se aporte información relevante para su ocurrencia.

Se puede ver también qué es lo que fallaba, según Salmon, en el ejemplo de la vitamina C.

A : clase de los que padecen resfriado,

B : clase de los que se recuperan del resfriado en una quincena,

C_1 : clase de los que toman vitamina C,

C_2 : clase de los que no toman vitamina C.

$$P(B/A \cdot C_1) = 0,99$$

$$P(B/A \cdot C_2) = 0,99$$

$$x \in C_1$$

En este ejemplo se incumple la condición de diferentes probabilidades, puesto que la probabilidad de recuperarse del resfriado en una quincena es igual se tome vitamina C o no.

Apantallamiento: corrección a la objeción de que correlación estadística no implica causalidad

Una posible objeción contra este modelo de explicación es la que sostiene que **las meras correlaciones estadísticas no explican nada en realidad**.

Ejemplo: Un rápido descenso en el barómetro está altamente correlacionado con la llegada de una tormenta, pero no explica porqué se produce la tormenta.

Para Salmon justamente aquí se manifiestan los beneficios de su análisis, pues no sólo acomoda las explicaciones con baja probabilidad del explanandum sino que excluye casos como esos con alta correlación estadística pero no explicativos.

- **Apantallamiento / Apantallamiento:** Los casos de irrelevancia quedan claramente **excluidos**, actuando de un modo que consiste en afirmar que un factor C , que es relevante para la ocurrencia de B en la presencia de A , puede ser "**apartado**" o "**apantallado**" (*screened off*) en presencia de otro factor D que le quita relevancia:

Dada una serie de días (A) en un lugar determinado, la probabilidad de que ocurra una tormenta (B) es diferente de la probabilidad de que ocurra una tormenta si ha habido poco antes un fuerte descenso barométrico (C).

Luego es cierto que C es estadísticamente relevante para B dado A . Pero si añadimos el hecho de que en la zona ha habido también un descenso en la presión atmosférica (D), entonces se torna irrelevante el que ese descenso haya sido registrado en un barómetro. En presencia de D y A , C resulta irrelevante para B .

$$P(B/A \cdot C \cdot D) = P(B/A \cdot D)$$

Un factor irrelevante que ha sido "apartado" de esa manera, no debe incluirse en el explanans.

Para el modelo S-R, explicar la ocurrencia de un fenómeno consiste en señalar que se dieron una serie de factores relevantes para dicho fenómeno. No son, como dijimos, factores que hacen altamente probable y esperable su ocurrencia, sino factores que modifican la probabilidad de que el fenómeno se produzca sin ellos.

Años más tarde Salmon renegó de S-R como buena caracterización de la explicación científica.

- se necesita algo más que señalar factores estadísticamente relevantes para tener una explicación.

Este cambio de opinión no es ajeno a las agudas críticas que recibió el modelo S-R. Quizá el contraejemplo más citado sea el de Nancy Cartwright:

Contraejemplo: Muestra que **la relevancia estadística no es suficiente para proporcionar una explicación**. Rociar hiedra venenosa con un defoliante de un 90% de efectividad es relevante para explicar la muerte de la hiedra, ya que la probabilidad de que muera es mayor si es rociada que si no lo es. Pero el 10% de las plantas permanecen vivas. Y resulta que el que hayan sido rociadas con el defoliante **es relevante para explicar su supervivencia!**, ya que la probabilidad de que sobrevivan una vez rociadas con defoliante es menor (y distinta) que si no hubieran sido rociadas. Sin embargo, la pregunta '*¿por qué está aún viva esta planta?*' no puede ser contestada diciendo '*porque fue rociada con defoliante*' (Cartwright 1979).

Revisión del modelo S-R: modelo mecánico-causal (Salmon)

Salmon pensó que podía articular su concepción sin usar explícitamente conceptos causales, que podía capturar los conceptos causales mediante los estadísticos. Sin embargo, como consecuencia de dificultades como las mencionada, acaba desistiendo de esa idea (la de identificar factores estadísticamente relevantes) y se convierte en uno de los principales defensores de los **análisis directamente causales**. Incorpora criterios causales de relevancia explicativa y cuyo fundamento teórico es la concepción de probabilidades objetivas como propensiones en el caso singular.

El cambio tomó cuerpo especialmente en su libro de 1984 *"Scientific Explanation and the Causal Structure of the World"*, donde introdujo modificaciones importantes al modelo S-R y propuso sustituirlo por uno nuevo: el **modelo mecánico/causal**.

- Las **relaciones de relevancia estadística seguirán siendo de interés**, pero sólo como **indicios o síntomas de las relaciones causales** (sin exigir que la relevancia sea positiva).

"esa base ha de ser complementada por ciertos factores causales para constituir una explicación científica satisfactoria." (Salmon 1984).

Es necesario mostrar que esos **factores son relevantes en virtud de ciertas relaciones causales que mantienen con el fenómeno**. La significación explicativa de las relaciones de relevancia estadística es indirecta; basada en que constituyen una evidencia en favor de las relaciones causales:

- En el nivel más básico es necesario **subsumir** el evento a ser explicado **bajo el conjunto apropiado de relaciones de relevancia estadística**, tal como exigía el modelo S-R.
- En el segundo nivel, las **relaciones de relevancia estadística** invocadas en el primer nivel **han de ser explicadas en términos de relaciones causales**.

Desde esta postura, la explicación es incompleta hasta que se hayan proporcionado los componentes causales del segundo nivel.

Concepción óptica de la explicación mecánico-causal

Para Salmon, el modelo de explicación por cobertura legal de Hempel y el modelo erotético de van Fraassen se encuadran en la '**concepción epistémica de la explicación**'.

- Para tal concepción explicar un fenómeno es derivarlo inferencialmente de algunas regularidades que se dan en la naturaleza, sin que importe realmente qué tipo de mecanismos subyacentes originan esas regularidades.

Opone a esto la **concepción óptica de la explicación**, que incluye su modelo mecánico/causal.

- Explicar consiste en **exhibir el fenómeno** a ser explicado ocupando su lugar en los patrones (patterns) y regularidades que estructuran el mundo (Salmon 1984);
 - o dicho de otro modo, consiste en identificar la causa del fenómeno y "**exhibir la relación causal entre esta causa y el fenómeno a explicar**".
- Ve el mundo como una caja negra con inputs y outputs observables.
 - La explicación debe dejar al descubierto los mecanismos subyacentes de producción y propagación que conectan los inputs con los outputs.
 - Explicar eventos es mostrar cómo encajan en la estructura causal del mundo.

Por lo tanto, para la concepción óptica **no es suficiente subsumir el fenómeno bajo una serie de regularidades**. Y no es suficiente porque no todas las regularidades tienen poder explicativo.

Ejemplo: Antes de Newton los marinos sabían que las mareas están relacionadas con la posición y las fases de la luna, pero esa regularidad conocida no tenía capacidad para explicar nada; más bien al contrario, era ella la que demandaba una explicación, y fue la ley de la gravitación de Newton la que la proporcionó.

Hay regularidades legaliformes con poder explicativo y otras que necesitan ser explicadas. Hay regularidades que son pseudo-procesos (no explican nada) y regularidades que son procesos causales.

Sólo los procesos causales explican. La diferencia entre ambos está en que los procesos causales son capaces de transmitir señales (y, por tanto, son capaces de transmitir energía, información e influencia causal), mientras que los pseudo-procesos no lo son.

Ejemplo: Un coche circulando por la carretera en un día soleado es un proceso causal; la circulación de su sombra es un pseudo-proceso. Si el coche colisiona con un muro, llevará las señales de la colisión después de que ésta haya ocurrido. En cambio, si su sombra colisiona con el muro, se deformará momentáneamente, recuperando la forma después.

El concepto de **causa** para Salmon es, según su intención, un concepto básicamente **humano**, a partir de las ideas que Hans Reichenbach expuso en su obra "*The Direction of Time*" (1956).

- La transmisión o propagación de una señal en un proceso causal desde un punto **A** hasta un punto **B** dentro del mismo proceso se define como el hecho de que la señal aparezca en cada punto entre **A** y **B** sin interacciones adicionales, hecho que puede ser visto como una especie de conjunción constante.
- Si un proceso es capaz de transmitir una señal, entonces puede transmitir cambios en su estructura; y si puede transmitir cambios en su estructura, es capaz de propagar influencias causales.

- La propagación de la influencia causal es esa conexión misteriosa entre causa y efecto de la que Hume hablaba.

Una señal es una modificación en un proceso, y si esta modificación persiste, la señal se transmite. Las modificaciones en los procesos ocurren cuando se cruzan con otros procesos; si las modificaciones persisten más allá del punto de intersección, entonces la intersección constituye una interacción causal y la interacción ha producido señales que son transmitidas. (Salmon 1984).

Con ello Salmon da por caracterizados los dos conceptos causales básicos: el de **producción** y el de **propagación**.

Hay que puntualizar que con posterioridad Salmon ha **renunciado** también a explicar el concepto de causalidad en términos de transmisión de señales, si bien considera que dicha caracterización **puede ser útil** para descubrir procesos causales.

Problemas y críticas al modelo S-R

Según van Fraassen (1980) en una explicación causal **no es necesario mencionar todos los factores estadísticamente relevantes** que de una u otra manera forman parte de la red causal, sólo **aquéllos** que son **importantes** o destacados (*salient*), y es a éstos a los que llamamos comúnmente la **causa del fenómeno**.

Ejemplo: extinción del alce irlandés: hay gran cantidad de factores estadísticamente relevantes (altura, distribución de recursos alimenticios, hábitos migratorios, fauna y flora del entorno) que habrían posibilitado su supervivencia si hubieran sido distintos pero que no incluimos en la explicación. Basta con decir que el proceso de selección sexual favoreció a los machos de grandes cuernos y que esas cuernos fueron un obstáculo para la supervivencia en el entorno que el alce ocupaba. Los otros factores citados no son causas espurias ni son "apartados" por el desarrollo de las grandes cuernas; contribuyeron igualmente a la extinción del alce, pero no son los factores más destacados.

¿Cómo saber en cada **caso cuáles son los factores destacados** que hay que tener en cuenta para elaborar una explicación? Según van Fraassen, **sólo el contexto nos lo puede decir**. Un factor causal es destacado para una persona dependiendo de su orientación, de sus intereses, etc.

- **No hay un criterio objetivo** para determinar la importancia de un factor causal.
- Dicha importancia posee una **índole pragmática y contextual**.

Ejemplo (Hanson): Hay tantas causas de x como explicaciones de x . Un médico afirmará que la muerte del peatón paduano atropellado por de Galileo acaeció como consecuencia de una "hemorragia múltiple", un abogado que se debió a "negligencia por parte del conductor", un constructor de carros a "un defecto en la construcción de los frenos del carro", y a la "presencia de arbustos demasiado altos en aquella curva" el urbanista.

Los factores explicativos han de ser elegidos de entre un elenco de factores objetivamente relevantes, elección que viene condicionada por otros factores que dependen del contexto en el que se pida la explicación.

Existe una **dependencia pragmática en la explicación** que Salmon no tiene en cuenta, aunque su modelo tenga validez en algunos tipos de explicación.

- La réplica de Salmon (1984) malinterpreta realmente la cuestión. Salmon cree encontrar una respuesta al ejemplo de Hanson diciendo que el médico, el abogado, el constructor y el urbanista eligen una clase inicial de referencia distinta (el médico y el abogado eligen a los seres humanos, el constructor a los carruajes, el urbanista al mobiliario urbano), y eso les lleva a una diferente partición del explanandum. Pero considera que la explicación que todos buscan es la misma, en el sentido de que todos buscan el mismo conjunto de factores estadísticamente relevantes. Admite que cada uno está interesado en un determinado factor relevante, pero *"el que una persona esté más interesada que otra en un factor relevante particular no significa que ambos estén buscando o encontrando diferentes explicaciones del mismo hecho"* (Salmon). En cuanto al caso del alce, Salmon lo explica recordando que no todos los antecedentes son relevantes. Para explicar por qué alguien que duerme se despierta, aduciremos el sonido del despertador, pero no que antes se había ido a dormir. *"La moraleja es simple: las condiciones necesarias antecedentes que son relevantes tienen importancia explicativa, si no han sido apartadas (screened off); las condiciones antecedentes irrelevantes no la tienen."*

Sin embargo, lo que van Fraassen afirma no es que haya condiciones antecedentes irrelevantes que puedan ser "apartadas" (está claro que las hay), sino que **hay condiciones relevantes, no "apartadas", que no son usadas en la explicación**. No dice que el médico, el abogado, el constructor y el urbanista no puedan ponerse de acuerdo en el conjunto de factores estadísticamente relevantes; está diciendo que, en función del contexto, sólo eligen algunos de ellos para su explicación y que lo que signifique '*A es causa de B*' varía en cada situación en la se pronuncia el enunciado. A eso Salmon no da respuesta; se limita a reconocer la importancia de esos factores pragmáticos para la identificación de las cuestiones sobre las que interroga la explicación, pero añade que *"obviamente de todo ello no se sigue que [...] la explicación misma tenga que encarnar rasgos pragmáticos"*.

Philip Kitcher (1989) ofrece el siguiente ejemplo: descubrimos que la proporción de nacimientos en una ciudad durante un siglo ha sido 1,04 varones por mujer. Podría intentarse una explicación causal de este fenómeno acudiendo a numerosos detalles de la producción de óvulos y espermatozoides, así como a características de todo el proceso reproductivo; pero una explicación científica más adecuada se basaría más bien en el hecho de que, por presiones evolutivas, nuestra especie, como otras, mantiene una proporción 1:1 de individuos de cada sexo en edad reproductiva, siendo necesario el pequeño exceso de nacimientos de varones para compensar la mayor tasa de mortalidad en niños que en niñas hasta llegar a la edad reproductiva. Este hecho, sin embargo, no recoge los mecanismos causales que producen la mencionada diferencia.

El modelo erotético de van Fraassen (pragmática de la explicación)

Michael Scriven (1962) había insistido en que sólo considerando los aspectos lógicos, pero **sin incluir los aspectos pragmáticos de forma suficiente, ningún modelo de explicación podría ser fructífero ni interesante**.

Un intento de elaborar una teoría de la explicación que contara con esos factores pragmáticos fue el de **Bas van Fraassen** (1980).

- Advierte en primer lugar que **el concepto de explicación no tiene por qué depender del concepto de verdad**, como pretendía el modelo de cobertura legal (que exigía que

las leyes del explanans fueran enunciados legales verdaderos).

- El enunciado '*la teoría T explica el hecho E*' no comporta ninguna afirmación acerca de si la teoría es verdadera, empíricamente adecuada o aceptable. La teoría del flogisto, por ejemplo, explicaba los fenómenos de combustión aun cuando era una teoría errónea.

"Por lo tanto, decir que una teoría explica un hecho u otro es afirmar una relación entre esta teoría y ese hecho que es independiente de la cuestión de si el mundo real, como un todo, encaja en la teoría" (van Fraassen 1980).

Características del modelo erotético

- A diferencia los modelos anteriores, van Fraassen sostiene que **una explicación no es un argumento** (modelo de cobertura legal), **ni un conjunto de enunciados** (modelo S-R), sino una **contestación a una pregunta-por qué** (*an answer to a why-question*).
- Es necesario distinguir entre contestación (*answer*) y respuesta (*response*).
 - Casi todo puede valer como respuesta a una pregunta, pero no toda respuesta es propiamente una contestación, y hay respuestas que son mejores contestaciones que otras a una pregunta. Una contestación directa a una pregunta es la que proporciona suficiente información para contestar a la pregunta, pero no más.

Las preguntas-porqué, expresadas por una interrogación en un contexto dado, vienen determinadas por tres factores, así pues, una pregunta-por qué Q puede ser caracterizada por:

$Q = \langle P_k, X, R \rangle$	
Q	pregunta por-qué (<i>why-question</i>) a la que queremos dar explicación
P_k	asunto (<i>topic</i>), que es la proposición que aparece en la pregunta, dentro del contexto K
X	clase de contraste (<i>contrast-class</i>), es el conjunto de alternativas posibles entre las cuales se incluye el asunto ($X = \{P_1, \dots, P_k, \dots\}$)
R	relación de relevancia (<i>relevance relation</i>), el respecto-en-el-que se pide una razón y determina lo que contará como posible factor explicativo en un contexto dado. <ul style="list-style-type: none"> ◦ La relación de relevancia es relativa tanto al asunto como a la clase de contraste. ◦ Dicho brevemente, una proposición A es llamada relevante para Q si A mantiene la relación R con el par $\langle P_k, X \rangle$.

Ejemplo: Imaginemos que se pregunta '*¿por qué se ha muerto Juan?*'.

- El **asunto** P_k de la pregunta sería: '*Juan se ha muerto*'.
- La **clase de contraste** X podría ser: '*Juan se ha muerto, Pedro se ha muerto, Carlos se ha muerto, etc.*', o bien: '*Juan se ha muerto, Juan no se ha muerto*'.
- La **relación de relevancia** R serían los eventos 'conducentes a' la muerte de Juan, como una grave enfermedad, un accidente, el suicidio, "*incluso los hechizos lanzados por las brujas -dice van Fraassen- (puesto que la evaluación de lo que es una buena contestación viene después)*" (1980).

Tipos de contestación según el contexto

Las respuestas posibles dependen del contexto, ya que a la misma pregunta '*¿por qué se ha muerto Juan?*' puede responderse como:

- Explicar en ese contexto por qué causa murió Juan en concreto, en lugar de Pedro; que Juan contrajo una grave enfermedad (mientras que a Pedro lo atropelló un camión)
- Saber en este caso por qué no sigue vivo. Una respuesta a la primera pregunta, que podría ser que Juan no consiguió sanar debido a que su sistema inmunitario estaba muy debilitado a causa de una enfermedad previa.

Esto pone de manifiesto que los aspectos pragmáticos son, de hecho, importantes para saber qué explicación es la que se está demandando, ya que la misma pregunta puede reclamar respuestas diferentes en diferentes contextos.

- En función de ello se define una **contestación directa** (*direct answer*) a la pregunta $Q : \textit{¿por qué } P_k ?$ del siguiente modo:
 P_k en contraste con (el resto de) X porque A " (abreviadamente:) "porque A " donde '*porque*' significa que A es relevante, en este contexto, para la cuestión; es decir, que A posee la relación R con $\langle P_k, X \rangle$.

Para evaluar si una respuesta es una buena contestación a una pregunta, ya que toda pregunta surge en un **contexto en el que hay un cuerpo K de teorías aceptadas e información fáctica** hay que plantearse el que:

- Determina si es posible o no plantear la pregunta e incluso qué es lo que se pregunta.
- Preguntas que surgen en un contexto pueden carecer de sentido en otro contexto diferente: la pregunta acerca de porqué sigue la flecha moviéndose después de ser disparada pierde sentido con el paso de la física aristotélica a la física newtoniana.
- La evaluación de las respuestas ha de hacerse a la luz del contexto K .

Hay al menos tres maneras de evaluar la contestación '*porque A* ' en el contexto K :

1. *Primera*: interés por **evaluar si A misma es aceptable o probablemente verdadera**.
2. *Segunda*: se ocupa de **en qué medida A es favorable para el asunto** [del que se trate] frente a los otros miembros de la clase de contraste. [...]
3. *Tercera*: se ocupa de **comparar la respuesta '*Porque A* ' con otras posibles respuestas** a la pregunta, en tres aspectos:
 1. ver si A es más probable que las otras (dado K);
 2. ver si es más favorable para el asunto que las otras; y
 3. ver si se hace total o parcialmente irrelevante debido a otras respuestas posibles.

Siguiendo a Scriven, la explicación, es decir, el explanans '*porque A* ', **no contiene leyes** o regularidades estadísticas. Éstas pertenecen al contexto de conocimiento K .

- Toda esta caracterización vale, según van Fraassen, tanto para las explicaciones científicas como para las no científicas.
- Que consideremos como científica a una determinada explicación se debe a que las teorías en las que se basa para obtener información son teorías científicas y que la

evaluación de la explicación se fundamenta igualmente en teorías científicas: una explicación es científica porque se da en el contexto de la ciencia.

El error de los modelos anteriores está, según van Fraassen, en haber concebido la explicación como una relación diádica entre teoría y hechos, cuando en realidad es una relación triádica entre teoría, hechos y contexto. Una explicación es una respuesta a una *pregunta-por qué* y debe ser evaluada en función de la información que la pregunta demanda. Pero esta información solicitada varía con el contexto. Que una teoría explique un hecho sería que

"hay una proposición que es una contestación eficaz, relativa a esa teoría, a la demanda de información sobre ciertos hechos que cuentan como relevantes para esa cuestión, y que comporta una comparación entre el hecho que ocurrió y otras alternativas (contextualmente especificadas) que no ocurrieron" (van Fraassen 1980).

Problemas del modelo erotético de van Fraassen

El modelo de van Fraassen permite superar dificultades en las que tropezaban los dos anteriores (*el defoliante y la hiedra de Cartwright*), pero también tiene sus propios problemas.

A como respuesta en K deja sin explicación a los casos desfavorecidos

Respecto al segundo criterio para la evaluación de las respuestas (que *A* sea más favorable que las otras en el contexto *K*), **Salmon** insiste en que no sólo pueden ser explicados los miembros de la clase de contraste que se ven favorecidos, también pueden serlo los desfavorecidos.

Ejemplo: tenemos una población de flores de guisante en la que la probabilidad de ser de color rojo es de $3/4$, la de ser blanca es $1/4$ y es de valores muy pequeños para cualquier otro color. La clase de contraste *X* contiene: '*la flor es roja*', '*la flor es blanca*', '*la flor es de otro color*'. El cuerpo previo de conocimientos *K* contiene la genética mendeliana. Y la explicación *A* de por qué una flor es de determinado color especifica el carácter genético de la población de flores. Todo ello valdría tanto para explicar por qué una determinada flor es roja como para explicar por qué es blanca. Sin embargo, con los criterios de van Fraassen, el color rojo es favorecido en el contexto *K*, por lo que sólo podríamos explicar por qué la flor es roja y no de otro color. Se trata, como vemos, de una objeción similar a la hecha anteriormente contra la tesis de que sólo las probabilidades altas tienen poder explicativo.

Las demandas de explicación no son exclusivamente de tipo por-qué (cómo-es-posible, cómo-fue-en-realidad)

Por otro lado, **Salmon rechaza** como errónea la idea que él mismo compartiera anteriormente de **que toda demanda de una explicación puede ser formulada como una pregunta-por qué**.

Determinadas explicaciones científicas responden más bien a preguntas de **cómo-(es)-posible**, '*¿cómo es posible que los gatos al caer desde cierta altura lo hagan siempre de pie?*', o a preguntas de **cómo-(fue)-en-realidad**: '*¿cómo llegó a haber mamíferos en Nueva Zelanda?*'.

No hay restricción para la relevancia: cualquier explicación es buena

La caracterización formal que van Fraassen ofrece de **la relación de relevancia R no impone a ésta ninguna restricción**, lo que significa que, en principio, podríamos elegir cualquier relación por peregrina que fuera entre un asunto P_k y cualquier proposición verdadera A , y considerar que '*porque A* ' es una explicación de P_k (Salmon).

Ejemplo: P_k = '*John F. Kennedy murió el 22 de noviembre de 1963*', R = es la influencia astral y A = descripción verdadera de la situación de los cuerpos celestes el día del nacimiento de Kennedy. Él considera que los criterios que establece van Fraassen para evaluar la respuesta así dada en función del contexto K no sólo no tendrían por qué descartarla, sino que incluso podrían reforzarla.

Esta objeción de Salmon puede ser contestada desde los supuestos con los que se evalúa toda respuesta dentro del modelo erotético. Basta con señalar que, dado el contexto cognoscitivo en el que nos movemos en la actualidad, los tres aspectos que se incluyen en el tercer criterio de evaluación de van Fraassen que hemos hecho más arriba descartarían sin lugar a dudas la respuesta A de este ejemplo. No obstante, tiene razón Salmon al afirmar que éste **no aclara en qué consiste una relación de relevancia satisfactoria**.

No pasa algunos contraejemplos

También Achinstein piensa que el modelo de van Fraassen no pasa algunos de los contraejemplos que afectaban a los otros modelos.

Ejemplo: Supongamos que Juan tomó 10g. de arsénico y fue inmediatamente atropellado por un coche, muriendo inmediatamente a consecuencia del atropello. La respuesta '*porque tomó 10g. de arsénico*' a la pregunta '*¿porqué murió Juan?*' cumpliría todas las condiciones puestas por van Fraassen para ser una buena respuesta, y no así la respuesta '*porque fue atropellado por un coche*', ya que la probabilidad de morir al ser atropellado por un coche es menor que la probabilidad de morir al tomar 10g. de arsénico, con lo que esta segunda respuesta incumpliría el segundo aspecto del tercer criterio de evaluación. Pero sabemos que la respuesta correcta es ésta última. De ahí concluye Achinstein que las condiciones de probabilidad que establece van Fraassen no son suficientes para garantizar la verdad de las respuestas a una demanda de explicación (Achinstein)

No siempre explicar es explicar desde una teoría

Podríamos decir que **no siempre explicar es explicar desde una teoría**, como defiende van Fraassen. La investigación desarrollada en los años 50 por la American Cancer Society mostró que fumar produce cáncer basándose en la constatación de regularidades estadísticas empíricas y no en alguna teoría sobre las causas del cáncer.

Aunque se carezca de una tal teoría, si **poseemos esos datos estadísticos**, podemos explicar por qué un individuo que fuma más de tres paquetes diarios durante varios años desarrolla un tumor. No conoceremos los mecanismos causales mediante los que el tabaco produce el tumor, pero sabremos al menos que entre las causas del mismo está el fumar tabaco.

- **¿Correlación no implica causalidad?** → Habrá quien considere que en este caso no se ha dado una verdadera explicación. Desde el modelo mecánico/causal de Salmon, se niega que haya explicación sin el conocimiento de esos mecanismos causales. También Suppe (1988) niega que el citado estudio sobre el cáncer explique por qué alguien lo desarrolla.

La explicación como unificación (Kitcher)

Consiste en entender la explicación científica como la unificación o sistematización de los fenómenos bajo unos principios teóricos comunes.

- La idea está ya en **Friedman**, pero nos limitaremos a la versión de Philip **Kitcher**.

Según la concepción unificacionista, una explicación científica ha de aumentar nuestra comprensión del mundo; por ello:

- Para contar con una buena explicación de un fenómeno **no es suficiente con inferirlo de una serie de premisas** que incluyan ciertas generalizaciones,
 - Estas premisas deben permitir unificar otros fenómenos bajos los mismos supuestos teóricos.
 - Es decir, el mismo patrón argumentativo debe servir para subsumir diferentes enunciados aceptados acerca de diversos fenómenos.

Las leyes de Newton explican las de Kepler porque, además de implicarlas, reducen la cantidad de regularidades que se aceptan independientemente unas de otras: antes de la explicación las leyes de Kepler y la de Galileo eran aceptadas independientemente unas de otras, después no; la conjunción de las leyes de Kepler con la de Boyle no es una explicación de las primeras porque no produce ese efecto. Esta noción de explicación está esencialmente relativizada a un cuerpo K de creencias aceptadas en un momento dado, y exige una elucidación precisa de la relación de independencia aceptabilidad entre las creencias de K.

Significa que deben evaluarse grupos de explicaciones en lugar de explicaciones aisladas:

"Captar el concepto de explicación es ver que si se acepta un argumento como explicativo, se está obligado a aceptar como explicativo otros argumentos que ejemplifican el mismo patrón"

Este es, de hecho, el modo en que progresa la ciencia:

La ciencia hace avanzar nuestra comprensión de la naturaleza mostrando cómo hemos de derivar descripciones de muchos fenómenos mediante el uso repetido de los mismos patrones de derivación, y, al mostrar esto, nos enseña cómo reducir el número de tipos de hechos que hemos de aceptar como últimos (o brutos).

Patrones argumentativos y reserva explicativa

Los patrones argumentativos que mejor unifican el conjunto de enunciados asumidos en una ciencia en un momento dado son denominados por Kitcher como su "reserva explicativa".

- Un argumento sólo es aceptable como explicación si el patrón argumentativo que sigue forma parte de esta reserva explicativa. Si forma parte de un conjunto de inferencias que son las que mejor unifican una serie de enunciados admitidos por la comunidad científica.

La cuestión central, por tanto, para una teoría de la explicación es determinar qué condiciones debe cumplir dicha "reserva" explicativa:

- la "reserva" explicativa para un conjunto de enunciados admitidos proporciona la mejor unificación de los mismos en la medida en que consigue minimizar el número de patrones argumentativos empleados y maximizar el número de conclusiones obtenidas.

- El **programa newtoniano** tuvo enorme capacidad unificadora al mostrar que un mismo patrón de argumentos sobre leyes acerca de fuerzas actuando sobre corpúsculos materiales permitía derivar amplio elenco de enunciados aceptados.
- El **darwinismo** unificó fenómenos biológicos bajo un mismo patrón argumentativo: la posesión de un rasgo complejo por parte de una especie queda explicada si se muestra cómo ese rasgo proporciona ventaja adaptativa a dicha especie.

Ejemplo: Patrón explicativo de Kitcher a la explicación de **Dalton** del hecho de que las reacciones químicas se producen de manera que **los compuestos químicos siempre mantienen una proporción constante en los pesos de los componentes** ('ley de las proporciones constantes'):

- **Pregunta:** ¿Por qué uno de los compuestos entre X e Y contiene siempre X e Y en una proporción de pesos $m:n$?
- **Respuesta:**
 1. Hay un compuesto Z formado por X e Y que tiene la fórmula X_pY_q .
 2. El peso atómico de X es x ; el peso atómico de Y es y .
 3. La proporción de pesos de X e Y en Z es $px:qy$ ($=m:n$).
- **Instrucciones para completar:** X , Y , Z se sustituyen por nombres de sustancias químicas; p , q se sustituyen por números naturales; x , y se sustituyen por nombres de números reales.
- **Clasificación:** (1) y (2) son premisas; (3) se deriva de (1) y (2).

Como puede verse, un patrón argumentativo está constituido por

- una serie de "**enunciados esquemáticos**" (en este caso (1), (2) y (3)), que son enunciados en los que algunos términos no lógicos han sido sustituidos por variables;
- un conjunto de "**instrucciones para completar**", que indican cómo debe sustituirse cada variable en los enunciados esquemáticos; y
- una "**clasificación**", que describe las inferencias realizadas dentro del argumento.

Ejemplo: CO_2 , cuya proporción de pesos de sus componentes es $3:8$, y nos preguntamos por qué es así. Siguiendo las instrucciones para completar,

- (1) diría que hay un compuesto de carbono y oxígeno que tiene la fórmula CO_2 ;
- (2) diría que el peso atómico del carbono es 12 y el del oxígeno 16 ; y
- (3), que se derivaría de las premisas anteriores, diría que la proporción de pesos en este caso es $1 \times 12 : 2 \times 16$, es decir, $12:32$, o lo que es igual, $3:8$.

Características generales de la explicación como unificación

1. En primer lugar, Kitcher afirma que este modo de representar una explicación científica **evita el problema de cómo caracterizar las leyes científicas**, que tantas dificultades generó dentro del modelo de cobertura legal.
 - Sencillamente se **asume** que las **premisas universales aceptadas** como premisas en las diversas ejemplificaciones de estos patrones argumentativos **deben ser consideradas como leyes científicas**, aun cuando se trate en muchas ocasiones de "mini-leyes" (ej: que el carbono y el oxígeno se pueden combinar en una proporción $3:8$).

2. En este modelo, las explicaciones científicas son argumentos, (coincide con el modelo de cobertura legal) pero Kitcher considera que la "reserva" explicativa sólo consta de argumentos deductivos, o dicho de otro modo, toda explicación científica es una explicación deductiva (éste es seguramente uno de los aspectos más discutibles de su propuesta)
3. Explicaciones inaceptables quedan descartadas. Al aceptar como explicación que no se quede Juan embarazado porque toma la píldora, habrá que buscar otro patrón argumentativo distinto que permita explicar porqué no se quedan embarazados otros hombres que no la toman; siendo esta explicación peor que otra que explique la falta de embarazos en todos los hombres, incluido Juan, apelando por ejemplo a las características de los órganos reproductores masculinos. Esta última será más unificadora.

Objeciones a la propuesta de Kitcher

Presuponer que el mundo está causalmente estructurado u ordenado

Una posible objeción a la que Kitcher se adelanta es que al preferir patrones argumentativos unificadores sobre aquellos que no lo son estamos presuponiendo que el mundo está causalmente estructurado u ordenado, que no es un "revoltijo", y que por eso los patrones argumentativos unificadores son más explicativos.

- Esto exige una justificación que no se da. Por tanto, **el modelo unificacionista está lastrado con una carga metafísica** que no todos querrán llevar sobre sus espaldas.
- Kitcher responde a esta objeción poniendo de relieve que ella también parte de un presupuesto discutible: que **el orden causal de la naturaleza es independiente de nuestra sistematización teórica de la misma**. Él rechaza de plano este presupuesto.
- No hay un orden causal independiente que haya de ser capturado por nuestras explicaciones. Al contrario,

"las nociones causales se derivan de las nociones explicativas"

De acuerdo con esto, podemos decir que

"las explicaciones correctas son aquellos argumentos que aparecerán en la reserva explicativa en el límite del desarrollo racional de la práctica científica"

Aun aceptando estas tesis de Kitcher, surgen dificultades adicionales (E. Barnes y Woodward).

- Hay, para empezar, **unificaciones teóricas en la ciencia que no permiten derivar conclusiones acerca de relaciones causales**, como en los esquemas clasificatorios o en los procedimientos estadísticos para manejar grandes cantidades de información.
- Por otra parte, el hecho de que **consideramos explicativos ciertos argumentos predictivos, pero no argumentos retrodictivos similares**, parece indicar que, contrariamente a las tesis de Kitcher, **nuestras nociones explicativas se basan en nociones causales y no a la inversa**.

Ejemplo: las leyes de la mecánica newtoniana y datos sobre las posiciones velocidades y masas actuales de los planetas del Sistema Solar explican las posiciones de dichos planetas en un momento posterior del tiempo. Pero, aunque esas mismas leyes y datos futuros permitirían igualmente derivar deductivamente sus posiciones actuales, no diríamos que esas posiciones actuales quedan explicadas de dicho modo.

Esta diferencia obedece a que consideramos que las posiciones actuales (junto con el resto de las circunstancias presentes) son la causa de las posiciones futuras, y no al contrario.

- Curiosamente, tras haber resuelto otras asimetrías, el modelo unificacionista parece insensible a ésta, contra la cual también había chocado previamente el modelo de cobertura legal.

¿Es posible un modelo general de explicación científica?

Desde sus inicios hasta llegar al modelo mecánico/causal de Salmon o el modelo de van Fraassen ha habido un avance en los análisis acerca de la explicación científica:

- El reconocimiento de que probabilidades bajas también explican
- La explicación no tiene por qué ser un argumento;
- La introducción de factores contextuales y pragmáticos al determinar el significado de una demanda explicativa y evaluar sus respuestas (Scriven, van Fraassen);
- La elaboración de propuestas diversas, basadas en el conocimiento científico, para dilucidar el concepto de causa (Reichenbach, Mackie, Salmón, Dowe);
- El desarrollo de la lógica erotética (Bromberger, Belnap, van Fraassen)...

Todo ello ha significado un perfeccionamiento de los puntos de vista iniciales. No se puede decir, sin embargo, que un modelo haya superado definitivamente a otro o que haya contado con el apoyo sin reservas de la mayoría de los filósofos. Todos los modelos tienen puntos débiles, muchos de los cuales ya han sido mencionados.

- **Al modelo de cobertura legal se le considera pieza fundamental de la llamada 'Concepción Heredada', y depende en sus fundamentos de los principios positivistas propios de la misma. En la medida en que el modelo de cobertura legal es deudor de dichos supuestos, algunos aspectos del mismo no podrán ser salvados sin ellos:**
 - El modelo de cobertura legal **exige que las explicaciones científicas se basen en leyes**, pero **no tenemos** por el momento una **caracterización satisfactoria de lo que son las leyes científicas**, y la que ofreció el neopositivismo, aunque tiene sus ventajas, es hoy reconocida ampliamente como insatisfactoria.
- El modelo S-R fue declarado insuficiente por su propio creador en beneficio de una interpretación mecánico/causal, cuyos **presupuestos realistas sobre el concepto de causa y los mecanismos de la causación** están en el centro de la **polémica contemporánea sobre el papel de las teorías científicas**.
 - Donde nada garantiza que el realismo sea verdadero y sus rivales falsos.
 - **Exige la atribución de probabilidades** a cada partición de la clase A a la que pertenece el fenómeno a explicar. No siempre es posible hacer esto en la ciencia.
- **Tampoco la introducción de factores pragmáticos y la sustitución del concepto de verdad por el de adecuación empírica resuelven definitivamente las cosas.** Como argumenta Philip Gasper, el creacionismo era empíricamente adecuado en 1860 y no podía ser rechazado frente al darwinismo atendiendo sólo a factores pragmáticos. Desde ese punto de vista la explicación creacionista sería tan buena como la darwinista.

- Por otra parte, tres de los modelos reseñados suponen que explicar es responder a una pregunta-porqué o a una pregunta que puede reformularse mediante un '¿por qué?'.
 - Es cuestionable que todas las explicaciones científicas puedan reducirse a eso.
 - Hay ocasiones en que las preguntas acerca del cómo, del dónde o del qué presuponen cosas muy distintas de las preguntas-por qué.
 - Hay ocasiones en que una teoría puede explicar el cómo pero no el porqué.
- Además, en la historia y en las **ciencias sociales** encontramos **explicaciones basadas en la racionalidad de los agentes humanos** que no parecen obedecer a los patrones explicativos usuales en las ciencias naturales.

Si, por consiguiente, lo que esperamos de un modelo de explicación científica es que **establezca las condiciones necesarias y suficientes** para determinar cuándo tenemos una explicación en las ciencias y cuándo no, hemos de admitir el fracaso de todos ellos en conseguirlo (Achinstein).

El concepto de explicación está estrechamente ligado al concepto de causa, y desde que Hume nos despertó del sueño dogmático, todo intento de penetrar en este último concepto, o de eliminarlo, ha generado casi tantas perplejidades como las que ha solventado.

Las discusiones interminables dentro de la Concepción Heredada para dirimir si los condicionales contrafácticos permiten diferenciar la universalidad accidental de la universalidad nómica son buena prueba de ello. Ahora bien, si la clarificación de la noción de explicación depende en buena medida de la clarificación previa de la noción de causa (o viceversa), no cabe esperar soluciones inmediatas ni propuestas omnicomprendivas, sino sólo refinamientos paulatinos.

Los modelos que hemos expuesto deben interpretarse simplemente como ideales simplificadores con cierto poder heurístico. No debe pensarse que todas las explicaciones concretas que encontremos en las distintas disciplinas científicas han de encajar en ellos necesariamente. Ni tampoco debe creerse que son modelos permanentemente válidos. Como ha escrito Toulmin:

*"el núcleo de los recientes argumentos sobre el cambio conceptual en la ciencia es la comprensión de que **ningún ideal único de 'explicación' o justificación racional** -como las que Platón y Descartes hallaron en la geometría formal- es universalmente aplicable a todas las ciencias en todas las épocas".*

En todo caso, sería razonable admitir que los distintos modelos de explicación propuestos **recogen aspectos relevantes de la diversidad de explicaciones que encontramos en la ciencia**, y eso quizás debería llevarnos a considerarlos no como visiones alternativas de la explicación sino como **visiones complementarias**.

El cambio científico: falsacionismo e inconmensurabilidad entre teorías

La sustitución de unas teorías por otras a lo largo de la historia plantea la cuestión de si hay, más allá del encaje de las teorías con la evidencia empírica, factores irracionales (de carácter social, por ejemplo) que explican el paso de un paradigma teórico a otro.

El cambio científico plantea una serie de cuestiones que entroncan con los problemas irresolubles (conflicto entre posturas) de la Filosofía de la Ciencia:

- El problema de la **demarcación** entre ciencia y no ciencia.
- La **inconmensurabilidad** entre teorías (Kuhn y Feyerabend): no existen criterios objetivos y neutrales para comparar teorías científicas rivales.
 - Si las teorías científicas rivales son inconmensurables, los factores puramente racionales o relativos al contenido de las teorías no serán suficientes para determinar el abandono de una teoría y la aceptación de la otra.
- El **realismo**.

Para Popper el cambio científico es el problema fundamental de la epistemología. Una cuestión que ha interesado particularmente a los filósofos de la ciencia en este punto ha sido la de decidir si el cambio de teorías en la ciencia se debe exclusivamente a **factores racionales**, como la argumentación lógica y la apelación a la evidencia experimental nos aportan una cierta sensación de progreso; o, por el contrario, si los **factores "irracionales"**, como los intereses sociales y personales, o los factores económicos y políticos, son, al menos parcialmente, los motores del cambio de teorías en la ciencia.

También se ha discutido si este **cambio es gradual y evolutivo o abrupto y revolucionario**.

El tema de la **inconmensurabilidad entre teorías** es también un aspecto crucial del asunto.

Modelos racionales y no-racionales del cambio científico

William **Newton-Smith**, en *"The Rationality of Science"* (1981) divide los modelos filosóficos del cambio científico en dos grupos: el de los **modelos racionales** del cambio científico y el de los **modelos no-racionales**.

Un cambio en la ciencia se ha explicado en términos de **modelo racional** si se cumplen las siguientes condiciones:

1. La comunidad científica se ha propuesto como meta la que el modelo postula.
2. De acuerdo con las pruebas demostrativas de las que se disponía entonces, la nueva teoría **B** es superior a la antigua teoría **A** (según el principio de comparación que el modelo estipula)
3. La comunidad científica ha percibido la superioridad de **B** sobre **A**.
4. Esta percepción ha motivado a los miembros de la comunidad científica a abandonar **A** en favor de **B**.

Los modelos racionales de cambio científico explican el cambio en función de **factores internos** y no de **factores externos**.

- **Factores internos:** aquellos que se refieren a características de las propias teorías y a circunstancias relativas a la relación entre las teorías y la evidencia disponible.
- **Factores externos:** aquellos que no guardan relación con las teorías y la evidencia, sino con los proponentes de las teorías (factores psicológicos, sociológicos,...)

La visión neopositivista del cambio científico: reducción de teorías

Los elementos que caracterizan las posturas neopositivistas respecto a la ciencia son:

- **confirmabilidad** de enunciados científicos (Carnap).
- **modelo explicativo** de Hempel.
- se completa el cuadro con las ideas de Nagel sobre la **reducción de teorías**, en relación al desarrollo de la ciencia y la incorporación de unas teorías en otras.

Para el neopositivismo no existe propiamente el cambio, sino el progreso en la ciencia. Se trata de un **proceso acumulativo** en el que las teorías confirmadas quedan como sedimento sobre el que se edifican otras posteriores.

- Las teorías, una vez confirmadas, son la base de las teorías posteriores (**las viejas teorías quedan reducidas a las nuevas**).
- Una teoría nueva no sustituye sin más a la anterior, sino que **conserva lo que hay de verdad en ella, perfeccionándola, enriqueciéndola o extendiéndola**.
- Idea de un **progreso sin sobresaltos**.
- A medida que las teorías realizan cada vez **más predicciones exitosas**, alcanzan un **mayor grado de confirmación**.

Ejemplo: la teoría especial de la relatividad no elimina o invalida a la mecánica newtoniana, al contrario, la complementa y la conserva como caso particular en situaciones en las que las velocidades son muy bajas comparadas con la velocidad de la luz.

La sustitución completa de una teoría por otra suele ser posible únicamente en periodos al inicio de la teoría, aún **inmadura** y falta de confirmaciones que la respalden.

- Puede haber sustitución radical de teorías, pues en este momento son muy tentativas.
- Teorías bien confirmadas no suelen ser refutadas, a no ser que sean extendidas a ámbitos o fenómenos distintos de los iniciales.
- En su propio ámbito de fenómenos, las teorías bien confirmadas son prácticamente inmunes a la refutación.
- El significado de los términos de una teoría no cambia al ser extendida o incorporada en una teoría más amplia. Si cambia, puede encontrarse una traducción neutral y no problemática.

Ejemplo: Como ocurrió con la hipótesis geocentrista de Ptolomeo, que nunca llegó a ser confirmada y que fue aceptada en su momento dado el estado primitivo de la ciencia en aquel momento hasta que fue sustituida por las tesis copernicanas heliocéntricas.

Un caso distinto es cuando una teoría ampliamente confirmada es extendida a ámbitos nuevos de fenómenos, alejados del ámbito para el que fue inicialmente propuesta, y fracasa en sus nuevas predicciones. Pero entonces lo que fracasa no es la teoría como tal, sino su extensión. Al aplicarse a un ámbito nuevo de fenómenos, la teoría debe introducir nuevas reglas de correspondencia que pongan en conexión los principios teóricos con la nueva base observacional. Pero, de acuerdo con la concepción neopositivista de las teorías (que las identifica con la conjunción de los principios teóricos sin interpretar y un determinado conjunto de reglas de correspondencia), cambiar éstas es tanto como cambiar de teoría. Por lo tanto, los fallos predictivos en el nuevo ámbito de fenómenos no desconfirman a la teoría inicial, sino a una nueva teoría relacionada con ella

Sean:

- T el conjunto de **postulados teóricos**, y
- C las **reglas de correspondencia** que conectan la teoría con la experiencia,

Cuando se amplía dicha teoría a nuevos fenómenos C' deja de ser equivalente la conjunción de la teoría con las primeras reglas respecto a la teoría con las nuevas reglas, es decir:

- $TC \neq TC'$, donde si se da la desconfirmación de TC' no equivale a la de TC .

Ejemplo histórico de esto sería:

- $TC \rightarrow$ la mecánica de Newton (las leyes del movimiento y la ley de la gravitación), más las reglas de correspondencia para las que fueron propuestas.
- $TC' \rightarrow$ teoría de la relatividad de Einstein.

La diferencia entre la veracidad de T ante C y C' radica precisamente en la diferencia en dichas reglas de correspondencia, que establecen un marco de aplicación diferente cuando C' incluye velocidades próximas a la de la luz o fuertes campos gravitatorios, lo que no desconfirmaría la teoría de Newton, ya que está fue planteada para $v \ll c$ y campos gravitatorios pequeños (o bien en posiciones alejadas de dichos campos intensos),

Reducción de teorías

La ciencia progresa en la medida en que las viejas teorías, que ya han probado que se acercan mucho a la verdad, van siendo mejoradas y enriquecidas. Este proceso de mejoramiento es lo que los neopositivistas llamaron "**reducción de teorías**", puesto que la teoría anterior es absorbida o integrada en una teoría más amplia (la teoría de Newton quedaría reducida a un caso particular, bajas velocidades y poca intensidad gravitatoria, de la teoría de Einstein). Ante esto, **Ernest Nagel** dice lo siguiente:

"Una teoría es reducible a otra si puede ser lógicamente derivable de ella, lo cual sólo es posible si ambas son lógicamente consistentes entre sí y el vocabulario de la reducida puede obtenerse a partir del vocabulario de la reductora, tanto el vocabulario teórico como el observacional, mediante definiciones o leyes-puente".

Nagel distingue dos modos según los cuales las teorías son reducidas a otras:

- (1) **extensión de una teoría dentro de un mismo dominio** de fenómenos
- (2) **incorporación de una teoría en otra más amplia** aplicable inicialmente a otro dominio de fenómenos.

(1) Extensión de una teoría dentro de un dominio común de fenómenos

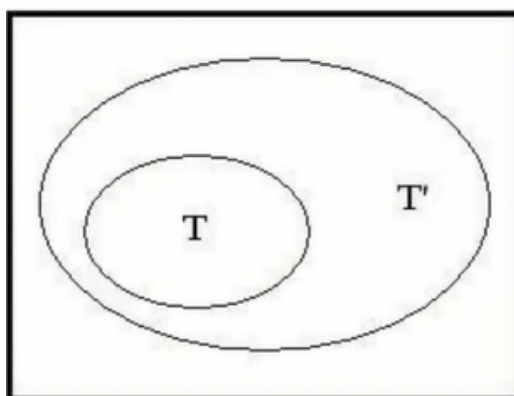
Una teoría T es extendida a ámbitos más amplios dentro del mismo dominio de fenómenos para el que fue propuesta: **dominio común de fenómenos**. Nagel caracteriza así a este primer tipo de reducción:

Una teoría puede formularse inicialmente para un tipo de fenómenos presentados por una clase de cuerpos restringida de algún modo, aunque posteriormente la teoría puede extenderse hasta cubrir también estos fenómenos cuando son manifestados por una clase más amplia de cosas.

Ejemplo: la mecánica de Newton se formuló inicialmente para el estudio de masas puntuales y se extiende a posteriori a los movimientos de cuerpos rígidos y deformables, que entre otras diferencias, presentan un movimiento especial: la rotación. Por tanto **la mecánica clásica de partículas se reduce a la mecánica del sólido rígido**.

Ejemplo: absorción de **las leyes de Galileo sobre la caída libre** por parte de la teoría de la **gravitación de Newton**.

Lo característico de esta clase de reducción es que los términos descriptivos son usados en ambas teorías aproximadamente con el mismo significado. Se trata de establecer relaciones deductivas entre dos conjuntos de enunciados con **vocabulario homogéneo**.

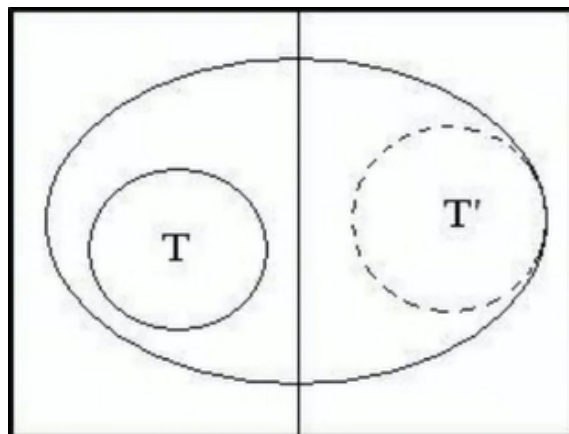


(2) Incorporación de una teoría a una teoría más amplia

Una teoría T se incorpora a otra más amplia T' que se aplica también a otros dominios de fenómenos (para los cuales fue inicialmente formulada). Teorías distintas explican dominios en principio distintos, pero con el tiempo se ve que el dominio de aplicación de T' puede extenderse englobando el dominio y explicación iniciales de T , que es reducida a T' .

Ejemplo: **incorporación de la termodinámica a la mecánica estadística**. La termodinámica se planteó inicialmente (siglo XVII) para explicar los fenómenos térmicos del calor y la temperatura, que no pertenecen al ámbito inicial de la mecánica. Sin embargo, a finales del XIX se comprobó que el estudio estadístico del movimiento de las partículas de la materia podía dar cuenta de la temperatura de ese cuerpo, relacionando la temperatura del cuerpo con el valor de la energía cinética media de las partículas del mismo. Maxwell y Boltzmann mostraron que la ley de Boyle-Charles, que pone en conexión la presión el volumen y la temperatura de un gas ($pV = kT$), podía ser derivada a partir de supuestos mecánicos acerca del comportamiento de las moléculas de los gases ideales. Así, desde el estudio mecánico se podía dar cuenta del comportamiento térmico, gracias a la interpretación del segundo principio de la termodinámica: ($S = k \log W$)

Lo característico de este segundo tipo de reducciones es que la ciencia secundaria (T_2 o teoría reducida) emplea en sus formulaciones de leyes y teorías predicados descriptivos que no están incluidos en los términos básicos o en las reglas de correspondencia asociadas con éstos de la ciencia primaria (T_1 o ciencia reductora).



Para que una reducción sea posible han de cumplirse las siguientes condiciones:

- **Condición de conectabilidad:** deben introducirse suposiciones que postulen relaciones adecuadas entre lo significado por los términos de la ciencia secundaria y lo significado por los términos de la ciencia primaria.

Ejemplo: definición de la temperatura de un cuerpo como la energía cinética media de las moléculas de dicho cuerpo

- **Condición de deducibilidad:** con ayuda de estas suposiciones adicionales, todas las leyes de la ciencia secundaria (reducida) deben ser lógicamente deducibles de las premisas teóricas y las definiciones de la ciencia primaria (reductora).

Desde el punto de vista teórico, el segundo tipo de reducción es mucho más importante, porque si bien en el primer caso la homogeneidad en el vocabulario hace más fácil la comprensión y la reducción de una teoría a la otra, en el segundo caso lo que pasa es que tenemos una mayor comprensión de la naturaleza, y pasamos a conocer cómo dos dominios de fenómenos totalmente dispares están relacionados entre sí.

Esta visión del desarrollo científico se basa en **tres tesis** (que han sido fuertemente cuestionadas por los filósofos de la ciencia):

- Las teorías científicas son susceptibles de **verificación científica**.
- Las teorías bien confirmadas son **inmunes a la desconfirmación posterior**.
- El **significado** de los términos implicados en una teoría **no cambia** al ser reducida a otra teoría, o al menos, dichos términos pueden ser traducidos de una teoría a otra

El modelo resultante es un modelo **racionalista**, porque:

- Propone un **objetivo para la ciencia** bien definido y justificable: el logro de teorías bien confirmadas cada vez más amplias.
- Establece un **criterio de comparación** para evaluar dichos objetivos de modo racional: la lógica inductiva. Cuanto mayor apoyo inductivo tiene mejor es una teoría.
- Los únicos factores relevantes son **factores internos**: las condiciones de conectabilidad y de deducibilidad, que atañen el contenido de las teorías y su relación con la evidencia empírica a la hora de evaluar teorías.

El cambio científico según Popper. Racionalismo crítico

Racionalismo crítico

Para Popper, la razón es el instrumento fundamental para el avance de los conocimientos, a través de la crítica sistemática de las teorías. Este avance del conocimiento sería el problema central de la epistemología, y para el que plantea su propuesta filosófica de racionalismo crítico, que presenta tres rasgos principales

- **Falibilismo consecuente:** no hay conexión entre verdad y certeza. Falibilidad del conocimiento (posibilidad de fallo o error) sin renunciar a la aspiración de conocer.
 - Establece así un punto intermedio entre el ideal de certeza absoluta que se plantea en la epistemología desde Descartes hasta Husserl, la idea de que si no hay un conocimiento genuino no puede haber certeza de su verdad, y el otro extremo que supondría el escepticismo, que ante la falibilidad del conocimiento, no podríamos saber nunca nada de forma genuina.
 - Popper niega ambos extremos. No se puede aspirar a la certeza absoluta, al ser nuestro conocimiento falible. Que sea falible no significa que no sea un buen conocimiento, aceptable, genuino. Lo que será es siempre mejorable, y por eso no seremos más que buscadores de la verdad, nunca sus poseedores.
- **Racionalismo metodológico:** no podemos fundamentar con seguridad nuestros conocimientos más allá de toda duda, pero sí someterlos a pruebas críticas, compararlos y reformarlos. La justificación absoluta es sustituida por la valoración comparativa. Nunca podremos decir que la teoría es verdadera con certeza absoluta, pero sí que es mejor y que ha pasado más pruebas que el resto de teorías rivales.
- **Realismo crítico:** sostiene que existe una realidad independiente del sujeto cognoscente y que la ciencia intenta conocerla tal y como es en sí misma. La meta de la ciencia es la de obtener un conocimiento de la realidad aproximadamente verdadero (nunca podemos estar completamente seguros de ello, sólo de su verosimilitud). Idea regulativa de la verdad. Esto es en realidad un problema metafísico, puesto que:
 - se trata de determinar la existencia de una realidad independiente
 - si dicha realidad es cognoscible por nosotros tal y como es
 - cómo entender la relación entre nuestras teorías y dicha realidad independiente.

Popper subraya que el racionalismo crítico debe ser distinguido del racionalismo clásico y del empirismo. El error de estas escuelas estuvo en no distinguir el problema del origen del conocimiento del problema del de su validez. **No existen fuentes ideales** del conocimiento:

Popper propone reemplazar la pregunta *“¿cuáles son las mejores fuentes del conocimiento?”* (al no existir fuentes de conocimiento fiabilidad absoluta) por esta otra: *“¿cómo podemos detectar y eliminar el error?”*. Y la respuesta es: **criticando nuestras teorías**. Al no haber fuentes de conocimiento que sean lo suficientemente fiables, lo que hay que encontrar son los procedimientos adecuados para detectar nuestros fallos y nuestros errores.

El racionalismo crítico se resume justamente en la tesis de que lo que importa no es justificar o fundamentar nuestro conocimiento en unas fuentes seguras y últimas, sino examinarlo críticamente para **eliminar el error lo antes posible**.

La respuesta adecuada a mi pregunta '¿Cómo podemos confiar en detectar y eliminar el error?' es, según creo, esta: 'Critizando las teorías o suposiciones de los otros y, si podemos adiestrarnos para hacerlo, criticando nuestras propias teorías y suposiciones. [...] Esta respuesta resume una posición que propongo denominar 'racionalismo crítico'. [...] De modo que mi respuesta a las preguntas '¿Cómo lo sabe? ¿Cuál es la fuente o la base de su afirmación? ¿Qué observaciones le han llevado hasta ella?', sería: 'Yo no lo sé: mi afirmación era meramente una suposición. No importa la fuente o las fuentes de donde pueda haber surgido; hay muchas fuentes posibles y puedo no tener conciencia de la mitad de ellas. Además, los orígenes o pedigrís tienen poco que ver con la verdad. Pero si está interesado en el problema que he querido resolver con mi afirmación tentativa, puede ayudarme criticándola tan severamente como pueda; y si puede diseñar algún experimento que crea que podría refutar mi afirmación, le ayudaré gustosamente y con mis mejores medios a refutarla.

Sin embargo, Popper se considera también como una **mezcla de racionalista y empirista** en el siguiente sentido:

- **Racionalista**: insiste en que no obtenemos nuestras teorías por el método de observación e inducción, sino las teorías son producidas activamente por la mente, de un modo creativo (eso sí, las observaciones y la experiencia pasada pueden tener su peso en la creatividad de las nuevas teorías). Además, pensaba que la razón, mediante la crítica severa de nuestras teorías, es el instrumento fundamental para el avance de los conocimientos.
- **Empirista**: sólo la experiencia puede ayudarnos a decidir sobre la verdad o falsedad de los enunciados básicos, al no ser todas las teorías igualmente verdaderas.
- Uniendo ambos puntos de vista formula el **principio del racionalismo crítico**:
"Exigimos que nuestra adopción y nuestro rechazo de teorías científica dependan de nuestro razonamiento crítico (combinado con los resultados de la observación y el experimento (...))"

A esta teoría de Popper le surgieron múltiples críticos (principalmente Kuhn, Feyerabend y Laudan), si bien es una postura aún relevante, e incluso dominante en algunos círculos científicos. Pese a su tono excesivamente normativo y abstraído de aspectos sociales y pragmáticos, no deja de ser una visión relevante.

El progreso científico según Popper

Popper elaboró una teoría del cambio científico que difería en puntos sustanciales de la neopositivista.

La ciencia no avanza por acumulación como pensaban los neopositivistas. La ciencia no avanza porque vaya edificando unas teorías sobre otras, en un proceso de extensión o de incorporación en el que siempre se descansa sobre un sedimento permanente. La ciencia avanza porque las viejas teorías van quedando falsadas y son sustituidas por otras que las contradicen en muchos puntos

Ejemplo: La mecánica newtoniana quedó falsada en su momento y fue reemplazada por una teoría, la mecánica relativista, que hace afirmaciones sobre el mundo incompatibles con la primera. A su vez, la mecánica galileano-newtoniana había significado la falsación de la mecánica aristotélica, a la que había reemplazado como explicación de los movimientos de los cuerpos.

No hay inducción: avanzamos mediante un proceso de ensayo y error, que a diferencia de la inducción, es creativo (no habría aprendizaje mediante la inducción). El ensayo es una suposición y el error significa una selección de las suposiciones.

- **El método para contrastar teorías es el, hipotético-deductivo:** se extraen conclusiones de las hipótesis mediante deducción lógica y se comparan esas conclusiones entre sí y con enunciados aceptados a partir de la experiencia.
- Si las conclusiones deducidas entran en conflicto con los otros enunciados, entonces la teoría debe ser considerada errónea; en caso contrario, la teoría ha superado la prueba por esta vez, pero no se puede asegurar su verdad definitiva; permanece siempre como una **hipótesis**, aunque **corroborada**.

Todas las teorías son conjeturas hipotéticas y revisables permanentemente. Según superen intentos de falsación, aumentan su **grado de corroboración**, que es un informe evaluativo del rendimiento pasado de una teoría, y no dice nada sobre su rendimiento futuro.

- No indica que la teoría sea más probable, ni nos permite estar más seguros de que la teoría seguirá pasando con éxito los intentos de falsación.
- Una teoría con un alto grado de corroboración puede resultar falsada en la siguiente ocasión en que sea sometida a prueba. No tiene un carácter inductivo, en el que las teorías quedan justificadas en función del apoyo que les proporciona la evidencia empírica.
- Lo que encontramos es una dura competición entre teorías rivales, y los científicos eligen la que sale mejor parada de la competición. Popper simboliza este **proceso de ensayo y error** con el siguiente esquema:

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2 \quad \text{Donde} \quad \begin{cases} P_1 \rightarrow \text{problema de partida} \\ TT \rightarrow \text{teoría tentativa} \\ EE \rightarrow \text{eliminación de los errores} \\ P_2 \rightarrow \text{nuevos problemas} \end{cases}$$

- Partimos siempre de un problema, para el cual elaboramos una teoría tentativa, ante la que haciendo uso del método hipotético deductivo se revelan sus errores, en cuya superación acabamos llegando al nuevo problema (o a varios problemas diferentes, ya que del proceso pueden haber surgido muchas nuevas preguntas). Este sería el proceso de ensayo y error que caracteriza la ciencia.

La competición entre teorías se asemeja al proceso al de **selección natural**: la teoría que sobrevive no sólo ha resistido las contrastaciones más exigentes, sino también es contrastable de modo más riguroso.

- El progreso científico es siempre **revolucionario**. No hay evolución de una teoría a otra, sino una lucha darwiniana por la supervivencia. El progreso depende de que las teorías **prolifere y compitan**. No obstante, es también necesario una cierta dosis de dogmatismo, además de la crítica.
- No hay una evolución gradual ni un proceso de acumulación al modelo positivista, sino que unas teorías van superando a las anteriores a medida que éstas van quedando falsadas.
- Esto hace que para Popper (y también para Lakatos y Feyerabend) sea **muy importante la proliferación de diversas teorías en competición**. El progreso científico será más rápido cuantas más teorías entren en la competición.

- Hay que buscar siempre respuestas alternativas a los problemas y evitar que alguna teoría establezca un monopolio que frenaría el progreso (discrepancia Kuhn-Popper respecto a los periodos de ciencia normal).

Coincide con los neopositivistas en que la nueva teoría debe poder explicar lo que explicaba la anterior. Hay un cierto sentido en el que el progreso científico es acumulativo. Para que una nueva teoría sustituya a otra derrocada, ha de **conservar el poder explicativo** de ésta; debe tener éxito donde lo tuvo la anterior, además de en sitios donde la anterior fallaba.

La ciencia como conocimiento verosímil

En "*La lógica de la investigación científica*", Popper intentó mantenerse todo lo neutral que pudo acerca de si la ciencia debe interpretarse como una búsqueda de la verdad o sólo como una búsqueda de teorías útiles. Afirma expresamente que en su concepción del progreso científico era posible evitar los conceptos de verdadero y falso.

Popper encontró en la obra de Alfred Tarski la inspiración para rescatar desde el punto de vista de la filosofía empirista la vieja teoría de la verdad como correspondencia. Para ello tuvo que hacer compatible dicha teoría con la tesis empirista de que sobre cuestiones de hecho⁵ no cabe la verdad absoluta.

Popper intentó resolver la cuestión reconociendo que *la verdad ha de permanecer siempre en el horizonte y no puede ser nunca una meta que podamos afirmar haber alcanzado*, pero eso no impide que podamos acercarnos cada vez más a ella y saber que lo estamos haciendo.

A este acercamiento progresivo a una verdad siempre desconocida e inalcanzable, Popper lo denominó "**grado de verosimilitud**" de una teoría, y lo consideró una meta más clara y realista para la ciencia que la búsqueda de la verdad como tal.

Una objeción clara a esta afirmación es la de que, si no sabemos dónde está esa meta, ¿cómo podemos saber si nos estamos acercando o no a ella?. La respuesta es que no se puede estar seguro, pero sí que se pueden hacer estimaciones, que determinarían el grado de verosimilitud de una teoría y de cómo supera a la teoría anterior con sus menos errores y mejor poder explicativo.

La definición verosimilitud de Popper se basa en la noción de Tarski de contenido lógico:

- El contenido lógico de un enunciado (o teoría) se entiende como la clase de todos los enunciados que se derivan lógicamente de él.

El contenido lógico posee, según Popper, un subcontenido que consta de todas las consecuencias verdaderas del enunciado en cuestión que no sean tautologías. A este subcontenido lo denomina contenido de verdad. La clase de los enunciados falsos implicados por un enunciado sería su contenido de falsedad. De acuerdo con esto Popper define así la verosimilitud:

Suponiendo que sean comparables los contenidos de verdad y los contenidos de falsedad de dos teorías t_1 y t_2 , podemos decir que t_2 es más semejante a la verdad o corresponde mejor con los hechos que t_1 si y sólo si:

- el contenido de verdad, pero no el de falsedad, de t_2 es mayor que el de t_1
- el contenido de falsedad de t_1 , pero no el de verdad, es mayor que el de t_2

5 Cuestiones de hecho: juicios cuya verdad, debe comprobarse empíricamente (a posteriori). Su negación no implica contradicción → ofrecen probabilidad y no certeza.

Una forma más simple de decirlo es que se considera que t_2 es más verosímil (está más cerca de la verdad) que t_1 si y sólo t_2 tiene más consecuencia verdaderas que t_1 , pero no más consecuencias falsas, o las mismas consecuencias verdaderas, pero menos consecuencias falsas:

$$t_2 > t_1 \Leftrightarrow (V_{t_2} \geq V_{t_1}) \wedge (F_{t_2} \leq F_{t_1})$$

Popper añade que, suponiendo que se pudiera medir el contenido de verdad y de falsedad de una teoría a , la medida de la verosimilitud de dicha teoría podría definirse como:

$$Vs(a) = Ct_v(a) - Ct_f(a) \quad \text{donde} \quad \begin{cases} Vs(a) & \text{verosimilitud de la teoría} \\ Ct_v(a) & \text{medida del contenido de verdad} \\ Ct_f(a) & \text{medida del contenido de falsedad} \end{cases}$$

Popper no pretende que esto sea un algoritmo aplicable en la práctica para dar un valor numérico al grado de verosimilitud de cada teoría. Su intención es sólo mostrar que el concepto de verosimilitud o aproximación a la verdad es viable desde el punto de vista lógico.

El concepto de verosimilitud nos indica otro aspecto en el que cabe hablar de progreso acumulativo según Popper:

- Las nuevas teorías deben ser más verosímiles que las anteriores;
- Deben contener más verdades y/o menos falsedades que las teorías a las que sustituyen. Por supuesto, este aumento de la verosimilitud que caracteriza al progreso científico es también conjetural.
- No podemos estar completamente seguros de que lo que en un momento determinado consideramos verdadero lo sea realmente, y lo mismo sucede con lo que consideramos falso. Pero hay casos en los que podemos razonablemente creer que se produce tal aumento de la verosimilitud: si una teoría es más arriesgada que la anterior, y es capaz de explicar todo lo que ésta explicaba, y no fracasa a la hora de pasar las pruebas en las que la anterior fracasó, hemos de suponer que está más cerca de la verdad, ya que teniendo un contenido empírico (y lógico) mayor, su contenido de falsedad no supera al de la anterior.

En 1974, en sendos artículos publicados en el "*British Journal for the Philosophy of Science*", los lógicos P. Tichy y D. Miller mostraron que el concepto de verosimilitud popperiano era inaceptable.

La finalidad del concepto de verosimilitud es la de comparar dos teorías (que se supone que son falsas y algún día serán mostradas como tales) en lo relativo a sus contenidos de verdad y falsedad. Tichy y Miller probaron que para cualesquiera dos teorías falsas diferentes A y B , es falso que A tenga menos verosimilitud que B y viceversa, y por tanto no es posible su comparación en esos términos.

Si bien ha habido intentos posteriores de justificar la idea de verosimilitud, ninguna ha despertado un consenso amplio, quedando este término de verosimilitud ligado más al lenguaje común que a un término de mayor rigor lógico.

El modelo racional de Popper: resumen

No sólo buscamos un acercamiento a la verdad, sino verdades interesantes, teorías profundas que tengan gran contenido empírico, gran poder explicativo y que sean más falsables. Un alto grado de falsabilidad es también un objetivo primordial de la ciencia.

Popper señala tres **requisitos** que debe cumplir una **teoría** para que signifique un **desarrollo del conocimiento**:

1. Debe partir de una **idea simple y unificadora**.
2. Debe ser **contrastable independientemente**, es decir, debe tener nuevas consecuencias contrastables. De no ser así la nueva teoría sería *ad hoc*. En otras palabras, la nueva teoría debe tener mayor contenido empírico o grado de falsabilidad que la anterior.
3. Debe **pasar con éxito nuevas y severas contrastaciones**. La nueva teoría debe tener **mayor grado de corroboración**. Para que se dé el progreso científico no basta con tener refutaciones exitosas, hay que obtener también verificaciones exitosas de las nuevas predicciones

El modelo de cambio científico que Popper propone es **racional**.

- Objetivo para la ciencia → teorías más verosímiles y profundas
- Criterios de comparación → grado de corroboración

El **proceso de selección de teorías** por parte de los científicos adopta la siguiente forma:

- se buscan teorías con mayor grado de falsabilidad que las precedentes y que conserven su capacidad explicativa; de las que no hayan resultado falsadas después de haber sido sometidas a rigurosos intentos de falsación,
- se preferirá aquélla que haya pasado las contrastaciones más severas, esto es, la que posea mayor grado de corroboración, y al hacerlo así, dado que presumiblemente tendremos teorías con mayor contenido empírico pero no mayor contenido de falsedad, el resultado serán teorías con mayor grado de verosimilitud, que nos hace pensar que es una mejor aproximación a la verdad que las anteriores..

Críticas al modelo:

Kuhn, Feyerabend y Laudan son los críticos principales de este modelo, tal como veremos en la presentación de los suyos propios. **Rechazan la idea de que el progreso científico pueda ser entendido como un acercamiento gradual a la verdad.**

Propuesta por Lakatos, y Newton-Smith, es de destacar la **dificultad para establecer un vínculo adecuado entre corroboración y verosimilitud**:

- La **corroboración** sería sólo el historial de éxitos pasados de la teoría a la hora de superar intentos de falsación
- La **verosimilitud** es la idea de que estamos obteniendo teorías que van a seguir teniendo éxito en el futuro (durante un tiempo al menos) al estar más cerca de la verdad que las viejas teorías.
- Esto implica asumir un cierto razonamiento inductivo para establecer dicho vínculo a pesar de las intenciones de Popper de rechazar la inducción como tema válido. Inferir inductivamente el comportamiento futuro de una teoría a partir de su grado de

corroboración.

- Popper terminó sugiriendo que quizás habría que admitir *"un soplo de inductivismo"*. ¿Cómo entender esto? ¿Acepta finalmente la inducción, aunque sea en dosis pequeñas (sea eso lo que sea)? Newton-Smith afirma con ironía que más que soplo lo que hay es una tormenta en toda regla.
- Para muchos de sus críticos, el **principal punto débil** de la metodología popperiana está precisamente en su **rechazo de la inducción**, que le lleva a conclusiones tan implausibles como que, por mucha evidencia empírica que pueda tener una teoría en su favor, por muchas contrastaciones que haya pasado, no podemos afirmar legítimamente que nuestra confianza en ella ha aumentado a raíz de ese apoyo en la experiencia.
- Este fracaso a la hora de conectar corroboración y verosimilitud le ha acarreado a Popper también la **acusación de antirrealista**, porque si bien, como buen realista, hace de la verdad una meta de la ciencia, la aceptación o rechazo de teorías se lleva a cabo en su metodología por criterios que en última instancia no están realmente en función de dicha meta.

No es irrelevante, para terminar, mencionar un dato curioso proveniente de la psicología. Los psicólogos cognitivos han realizado experimentos para determinar si en ciertas tareas cognitivas los sujetos que emplean una estrategia falsacionista de conjeturas y refutaciones resuelven mejor los problemas que los que siguen una estrategia confirmacionista.

- El resultado de tales experimentos es que los sujetos que emplean una estrategia falsacionista resuelven mal los problemas planteados por el experimentador, pero también suelen resolverlos mal los que emplean una estrategia puramente confirmacionista, que son la mayoría.
- En cambio, los sujetos que comienzan con una estrategia confirmacionista y, al cabo de un tiempo, pasan a otra falsacionista son los que mejor puntuación obtienen.

Esto, en principio, no prueba nada a favor o en contra de la metodología popperiana, pero sí nos sugiere que algo de cierto debe haber en ella, así como en la metodología neopositivista, aunque Popper las considere incompatibles.

Lo que estos experimentos parecen mostrar es que si queremos encontrar una hipótesis que permita explicar una serie de fenómenos, la estrategia que permite encontrar una solución de forma más rápida es

- comenzar proponiendo una hipótesis que concuerde con los datos observados,
- intentar confirmarla buscando nuevos datos, y, una vez que hemos conseguido algunos ejemplos confirmadores, buscar posibles ejemplos en contra, es decir, intentar refutarla.

Un consejo útil podría ser entonces éste:

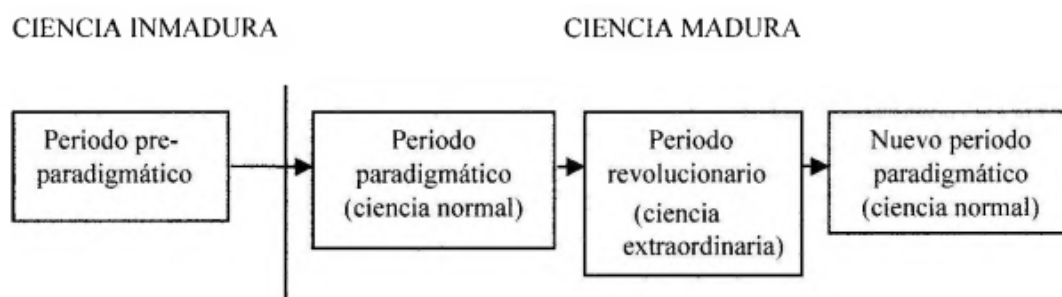
"sea usted carnapiano en un principio, pero pase después a ser popperiano".

El cambio científico según Kuhn: ciencia normal y revoluciones científicas

En el libro de Kuhn, *"The structure of scientific revolutions"* (1962), éste (al igual que Paul Feyerabend) reflexiona acerca de que si uno atiende a la historia de la ciencia, se comprueba que los modelos sobre el progreso científico no encajan con las propuestas realizadas por los filósofos de la ciencia hasta ese momento, siendo especialmente contrario a las propuestas de Popper. Con su publicación elabora su propia propuesta acerca de cómo funciona la ciencia basada en la historia de la ciencia, que ha tenido una influencia enorme, no sólo en la filosofía de la ciencia, sino en otros muchos ámbitos de las humanidades (sociología, antropología, historia, lingüística, crítica literaria,...).

Fases en el desarrollo de una ciencia

Lo que Kuhn propone es separar los periodos de cambio científico para cualquier disciplina científica en dos fases:



Ciencia inmadura: ausencia de un paradigma común que aúne el consenso de la comunidad científica.

- Existen diversas escuelas rivales compitiendo entre sí.
- No existe un consenso suficiente sobre cuestiones básicas y el progreso del conocimiento se hace muy difícil, salvo en el interior de cada una de estas escuelas.
- Dentro de ellas, y según sus propios criterios, sí se realiza algún progreso, pero éste no es reconocido frecuentemente como tal por las escuelas rivales.
- Los descubrimientos realizados por una son ignorados por las otras, de modo que pueden llegar a perderse.
- La falta de colaboración entre los miembros de diversas escuelas y la discusión sobre los fundamentos son una constante en estos periodos: todo se replantea desde el inicio. No hay una guía fiable y duradera para la investigación que posibilite un avance rápido de los conocimientos.

Ejemplo: el electromagnetismo a comienzos del XVIII. Tres "escuelas":

1. fenómenos fundamentales eran la atracción y la generación por fricción, y la repulsión "por rebote";
2. atracción y repulsión eran manifestaciones iguales de la electricidad;
3. la electricidad era un fluido que circulaba por los cuerpos conductores

A partir de Benjamin Franklin se armonizan las diferencias y se establece un paradigma común

El paso de la ciencia inmadura a la ciencia madura es descrito por Kuhn no como el surgimiento de un paradigma donde antes no lo había, sino como la victoria completa de un paradigma sobre otros paradigmas rivales. Esta es una razón por la que no debe interpretarse, como a veces se hace, la posesión de un paradigma como un criterio de demarcación entre ciencia y no ciencia.

- También hay paradigmas en disciplinas no científicas, solo que ninguno consigue aglutinar en torno a él a todos los investigadores. Pero esto es algo que sucede también en la ciencia en los periodos de inmadurez.
- Incluso cuando un paradigma ha vencido a los demás, la adhesión al mismo puede llevar su tiempo. En principio puede ocurrir que no todos los científicos se sumen al nuevo paradigma vencedor. Con el tiempo estos disidentes van siendo apartados de los lugares relevantes de la disciplina, pero eso no significa que su comportamiento de resistencia al consenso creado sea ilógico, irracional o acientífico.

Cuando un paradigma triunfa (los científicos aceptan un logro teórico como fundamento para su práctica posterior), el progreso se facilita enormemente. A partir de ese momento el trabajo se vuelve más rutinario, pero también más efectivo:

“Precisamente porque trabaja sólo para una audiencia de colegas, una audiencia que comparte sus propios valores y creencias, el científico puede dar por sentado un único conjunto de normas. No tiene ya que preocuparse de lo que pensarán otros grupos o escuelas y puede, por tanto, deshacerse de un problema y pasar al siguiente más rápidamente que los que trabajan para un grupo más heterodoxo. Y lo que es más importante, el aislamiento de la comunidad científica con respecto a la sociedad permite al científico individual concentrar su atención en problemas para los que tiene buenas razones para creer que podrá resolverlos.

Kuhn discrepa aquí profundamente del planteamiento popperiano.

- Coincide con Popper en que el progreso científico es revolucionario y no acumulativo, pero cree que las revoluciones presentan discontinuidades más profundas que las señaladas por Popper; y que estas revoluciones no serían posibles sin largos periodos de estabilidad ('ciencia normal') caracterizados por el dominio incuestionable de una gran teoría o paradigma.
- Discrepa de Popper en que no cree que exista en la ciencia un acercamiento progresivo a la verdad. Se trata más bien de el surgimiento de consensos en la comunidad científica, lo cual posibilitará a continuación un rápido progreso.
- Si campos como la filosofía o la teología no consiguen ese progreso, no se debe a que carezcan de algún instrumento metodológico del que la ciencia dispone, sino a que no se ha conseguido en ellas eliminar la rivalidad entre escuelas.

Ciencia madura: investigación bajo el dominio de un paradigma, salvo en momentos de crisis revolucionaria.

- **Ciencia normal**: Investigación bajo paradigma que no es cuestionado.
 - Son los que conforman la mayor parte de la actividad científica.
- **Ciencia extraordinaria**: Periodo de crisis revolucionaria en el que se cuestiona el paradigma vigente.

Paradigmas y matrices disciplinares

El término es problemático, de hecho a Kuhn le acusaron de emplearlo hasta de 21 maneras diferentes durante su obra, ante lo que Kuhn tuvo que dar una definición de paradigma más acotada:

- **Paradigma en sentido amplio o sociológico:** la completa constelación de creencias, valores, técnicas,... compartidos por los miembros de una comunidad científica dada.
- **Paradigma en sentido restringido:** soluciones de enigmas concretos empleados por la comunidad como modelos ejemplares para la solución de otros enigmas. De hecho, paradigma en griego significa "ejemplo", que sería la solución concreta a dichos puzzles o enigmas a los que se enfrentan los científicos.

Kuhn entiende por paradigma básicamente un modelo teórico que resuelve algún problema destacado y que sirve como ejemplo para resolver otros problemas más complejos. Aunque, en un sentido más amplio, los paradigmas incluyen otros componentes de tipo axiológico, metodológico y ontológico que son la seña de identidad de una comunidad científica. El término 'paradigma' es adoptado por Kuhn de la gramática. En ella se emplea en un sentido muy próximo al primero de los que acabamos de mencionar.

A fin de eliminar o reducir la indeterminación con el término, en una segunda edición de su libro, prefiere referirse a los paradigmas en el primer sentido como '**matrices disciplinares**'. A su vez, una matriz disciplinar incluye como elemento lo que Kuhn entendía por paradigma en el segundo sentido: los ejemplos compartidos. No tuvo éxito con esta pretensión, y todo el mundo siguió empleando el término paradigma.

Componentes de una matriz disciplinar

1. **Generalizaciones simbólicas.** Son los componentes formales de la matriz disciplinar. Las leyes centrales del paradigma que a veces funcionan como definiciones de ciertos términos más que como generalizaciones empíricas.

El compromiso sobre ellas por parte de la comunidad científica se realiza tomándolas sin interpretar, es decir, desprovistas de significado empírico.

Ejemplo: en la teoría cuántica, todos están de acuerdo en las ecuaciones que modelan el problema, pero no en su interpretación.

2. **Modelos heurísticos y categoriales.** Analogías preferentes que se utilizan para un mejor entendimiento del modelo aún no desarrollado y compromisos ontológicos.

Ejemplo: la comparación de un circuito eléctrico con un sistema hidrodinámico, o las moléculas de un gas con pequeñas bolas de billar en movimiento aleatorio.

Ejemplo: Un modelo categorial sería la identificación del calor de un cuerpo con la energía cinética de sus moléculas, o la asunción de que todos los fenómenos se deben al movimiento de los átomos en el vacío.

3. **Valores.** El consenso sobre ellos entre comunidades de científicos es mayor que sobre las generalizaciones simbólicas y los modelos, y por ello tienen especial importancia en periodos de crisis, cuando la comunidad se encuentra dividida sobre esos otros elementos. Algunos de tales valores son la exactitud en las predicciones, la fertilidad en la formulación y solución de enigmas, la simplicidad, la consistencia (interna y externa),... Aun así, puede haber discrepancias a la hora de aplicarlos o evaluar cuáles son más importantes y deben prevalecer sobre los demás.

4. **Ejemplares.** Soluciones a problemas concretos aceptados como paradigmáticos por la comunidad científica. El científico activo hace básicamente lo mismo que el estudiante: resolver rompecabezas modelándolos sobre soluciones de rompecabezas previos (es lo que Kuhn entendía como paradigma en el sentido más estricto).

Juegan, por tanto, un papel fundamental en la educación científica.

Ejemplo: "Galileo descubrió que una bola que rueda por un plano inclinado adquiere la velocidad suficiente para volver a la misma altura vertical sobre un segundo plano inclinado con una pendiente cualquiera, y aprendió a ver esta situación experimental como parecida a la del balanceo de un péndulo con una masa puntual." Esto es análogo a lo que hace el estudiante de física cuando aprende a ver una variedad de situaciones como casos especiales de una misma ley (cuando aprende que $f = m \cdot a$ se transforma en $mg = m d^2 s / dt^2$ para el caso de la caída libre de un cuerpo).

Ciencia normal y revoluciones científicas

Ciencia normal = operación de limpieza

El objetivo de la ciencia en los periodos de ciencia normal no es descubrir nuevos fenómenos ni elaborar nuevas teorías, sino que partiendo de la aceptación del paradigma, se establecería la articulación de aquellos fenómenos y teorías que ya proporciona el paradigma.

La ciencia normal se ocupa de tres tipos de problemas:

- La **determinación del hecho significativo**. Determinar dentro del paradigma cuáles son los hechos fundamentales que hay que explicar. (Valores de ciertas magnitudes importantes, por ejemplo)
- El **acoplamiento de los hechos con la teoría**. Desarrollar el paradigma para que explique satisfactoriamente los hechos que caen bajo su dominio. (Desarrollando nuevas técnicas matemáticas o aplicándola a nuevos ámbitos, por ejemplo)
- La **articulación de la teoría**. Eliminar inconsistencias, conectar partes de la teoría que parecía inconexas, extenderla a nuevos ámbitos... (dándole más coherencia, más precisión o más simplicidad, por ejemplo).

Los periodos de ciencia normal se parecen mucho al ideal de los neopositivistas en relación a teorías bien contrastadas: ir mejorándola, ampliándola y articulándola.

- **No busca novedades** importantes, sino aumentar el alcance y precisión del paradigma
- **No tratan de falsar** sus teorías.
- Intenta resolver **enigmas** (puzles, rompecabezas), entendiendo por tales aquella categoría de problemas que puede servir para poner a prueba el ingenio o la habilidad para resolverlos; aquellos problemas interesantes y resolubles que sean especialmente significativos dentro del dominio del paradigma.
 - En caso de no conseguirlo, sólo se pone en cuestión la habilidad del científico, no la validez del paradigma.
- Produce un desarrollo altamente **acumulativo** de conocimientos.

Ciencia extraordinaria y crisis revolucionaria

Los periodos de ciencia normal no duran siempre. Cuando se produce el fin de un periodo de ciencia normal se entra en un periodo de **ciencia extraordinaria**. Los periodos de ciencia normal son necesarios para que luego pueda producirse un avance revolucionario. Kuhn no concibe el desarrollo de la ciencia como una revolución permanente. Las revoluciones no son posibles si no hay largos periodos de estabilidad sometidos a una legalidad que finalmente se vuelve inasumible.

Sin la aceptación previa de un paradigma no hay expectativas acerca de los fenómenos y, por tanto, no hay violación de tales expectativas. El trabajo rutinario dentro de un paradigma es así una condición indispensable para el progreso científico. No sólo porque ese mismo trabajo de ciencia normal desarrolla la capacidad explicativa del paradigma, sino porque sin él no sería posible la detección de los problemas que pueden conducir a un cambio de paradigma.

- La novedad comienza con el reconocimiento de que la naturaleza ha violado las **expectativas**. Las **anomalías** (violación de expectativas) sólo resaltan contra el fondo proporcionado por el paradigma. Existe una **tensión esencial** entre tradición e innovación.
- Cuando se descubren anomalías que entran en conflicto con las expectativas de la comunidad científica y cuando fracasan repetidos intentos de reconciliarlas con el paradigma se inicia un periodo de **inseguridad profesional** en el seno de la comunidad científica, perdiéndose la confianza y seguridad en el paradigma. Se intentan entonces **modificaciones del paradigma**.
- Si las anomalías persisten, las alteraciones son **cada vez más radicales y divergentes** del paradigma (cada vez más *ad hoc*) y **disminuye el consenso** sobre ellas por parte de la comunidad. Los distintos cambios equivalen a una **proliferación de teorías**.
- Cuando ya no hay una única comunidad con un paradigma compartido, ya no se está haciendo ciencia normal, sino que se está en un **crisis revolucionaria**.

Una **crisis revolucionaria** es una condición necesaria para que se dé una revolución científica, pero no es una condición suficiente. **No siempre conduce a una revolución científica**.

Para el segundo Kuhn una crisis científica puede resolverse de tres formas:

1. Las teorías, ejemplares y técnicas previas a la crisis demuestran ser capaces de resolver los problemas que han provocado la crisis. Reforzando el paradigma dentro del cual se resuelve la propia crisis
2. El problema sigue ofreciendo resistencia se reserva para una próxima generación que posea mejores instrumentos. Las anomalías son aparcadas para ser tratadas en otro momento mejor.
3. Si tras cierto tiempo el paradigma sigue sin resolver el problema, si surge un nuevo candidato a paradigma con la consiguiente lucha por su aceptación. Esta tercera forma de resolver la crisis constituye una **revolución científica**.
 - Un nuevo paradigma rival consigue la aceptación generalizada de la comunidad científica y el viejo paradigma es abandonado.

Las revoluciones científicas

Las **revoluciones científicas** son para Kuhn algo más que la sustitución de algunas ideas sobre el mundo por otras: son, como reza el título de uno de los capítulos de *La estructura*, "cambios en la visión del mundo". Esto significa que **tras una revolución los científicos ven el mundo objeto de su investigación de una manera diferente** (como tras una revolución política). Dado que el único acceso que tienen a este mundo es a través de su práctica investigadora, podría decirse que, *"aunque el mundo no cambia con el cambio de paradigma, los científicos trabajan después en un mundo diferente"*.

El **cambio en la visión del mundo** sería más que un cambio perceptivo o una reinterpretación de datos sensoriales. Kuhn argumenta que es como si el mundo se poblara realmente de nuevos objetos. El mundo en el que trabaja el científico es un mundo donde han cambiado los referentes, y donde las cosas no se miden, ni se prueban, ni se manipulan del mismo modo. Es un mundo distinto después del cambio de paradigma. Se dan cambios de *gestalt*:

Ejemplo: al mirar a la Luna, donde el astrónomo anterior a Copérnico veía un planeta, el astrónomo copernicano ve un satélite.

Ejemplo: Antes de Galileo los físicos trabajaban en un mundo en el que había cosas tales como piedras que eran entorpecidas por una cuerda en su caída hacia su lugar natural de reposo; después de Galileo trabajaban en un mundo en el que había péndulos, esto es, objetos que repiten incesantemente un movimiento de balanceo.

Ejemplo: Antes de Dalton los químicos trabajaban en un mundo en el que las soluciones eran compuestos, después de Dalton trabajaban en un mundo en el que eran mezclas.

Para Kuhn, los distintos **paradigmas son inconmensurables**:

- Cada paradigma interpreta la experiencia (e incluso ve el mundo) de modo distinto.
- No hay normas de evaluación supraparadigmáticas que puedan dirimir las diferencias:
 - **Las normas y los valores cambian también con el paradigma.**
 - Lo que desde un paradigma se considera un experimento refutador del paradigma rival, desde éste pueda servir sólo como una pequeña dificultad superable con las oportunas modificaciones teóricas.

Crítica al falsacionismo

La misión que Kuhn atribuye al trabajo científico es muy distinta que la que se le encomendaba en la visión popperiana. El científico no está obligado a ser un revolucionario audaz que intenta siempre encontrar nuevas ideas opuestas a las teorías vigentes. En general su tarea es mucho más modesta, pero imprescindible para el progreso de la ciencia: debe resolver enigmas hasta que tenga la suerte, si es que la tiene, de tropezar con algo mucho más importante, con un problema que choque con lo que el paradigma autoriza a esperar.

Las tesis de Kuhn chocan con el neopositivismo, pero principalmente con Popper:

- Una teoría no se abandona porque tenga ejemplos en contra (ejemplos falsadores): **debe disponerse en primer lugar de un candidato alternativo.**

Todo paradigma tiene problemas que no puede resolver o hechos que no encajan con él, pero éstos no se convierten en auténticos ejemplos en su contra hasta que no hay un paradigma rival que pueda sustituirlo.

"Rechazar un paradigma sin sustituirlo simultáneamente por otro es rechazar la ciencia misma."

- Siempre se puede **defender un paradigma con modificaciones *ad hoc*** temporalmente
 - La ciencia normal se esfuerza por resolver los problemas manteniendo a toda costa la validez del paradigma; culpa de los fracasos al científico.
 - En cambio, la ciencia en un periodo de crisis pone en cuestión el paradigma y lo culpa a él de los fracasos, no al científico.

El falsacionismo se equivoca también en que la decisión final en una revolución científica no depende de que haya un experimento crucial que refute un paradigma y apoye al rival.

Pero si todo paradigma tiene ejemplos en contra, si ninguno puede explicar todos los hechos que caen bajo su dominio, ¿qué hace que una anomalía o un conjunto de ellas conduzcan a un periodo de crisis? ¿Qué factor determina el desencadenamiento de la crisis? Kuhn es bastante elusivo en la respuesta a esta cuestión, a pesar de que es una pregunta capital. Hay, según nos dice, varias circunstancias que pueden provocar esto:

- Que pongan en tela de juicio las generalizaciones fundamentales del paradigma.
- Que tengan una gran importancia práctica, con repercusiones tecnológicas o de tal alcance que incluso sean percibidas por la sociedad.
- Que pase mucho tiempo sin que sean resueltas.

Críticas a las posturas de Kuhn en la “Estructura de las revoluciones científicas”

Si bien Kuhn se había centrado principalmente en superar los planteamientos neopositivistas y popperianos en cuanto al quehacer científico, existen una serie de afirmaciones o alegatos desarrollados dentro del libro que despertaron una gran crítica hacia la obra, y que en última instancia llevará a que se acuse a Kuhn de irracional y relativista:

Reescritura de la historia de la ciencia

Para Kuhn, las revoluciones científicas son casi **invisibles** porque la imagen de la ciencia ha provenido de **libros de texto** y obras de divulgación y no de la propia historia de la ciencia.

Una vez que ha triunfado la revolución, se **reescrive la historia**, recogiénose por tanto el proceso de creación del paradigma actual aceptado, perdiendo en ese caso todo el trabajo y la ciencia realizada por y para los paradigmas desterrados del paradigma ganador.

El resultado de una revolución es siempre visto como un **progreso lineal** puesto que es el bando vencedor el que escribe la historia, donde describe a la ciencia como si todos los científicos hubieran estado trabajando siempre en los mismos problemas fundamentales, empleando los mismos métodos y buscando los mismos objetivos

Constructivismo idealista

Sus afirmaciones acerca de los "cambios de mundo" y "cambios de Gestalt" le costaron a Kuhn muchas críticas, pues parecen sugerir un cierto **constructivismo idealista** según el cual el mundo depende de nuestras teorías.

Kuhn consideró desafortunadas estas afirmaciones y aclaró que no había pretendido negar la existencia de una realidad independiente de nuestras teorías. En sus últimos trabajos los "cambios de mundo" son identificados con cambios en la estructura que imponen al mundo léxicos diferentes, o más exactamente, con cambios en la referencia de los términos debidos a cambios en el sistema de clasificación del mundo que cada paradigma conlleva.

Microrrevoluciones

El Kuhn posterior a la *"Estructura de las revoluciones científicas"* (segundo Kuhn, en el epílogo a la edición japonesa de 1969) fue modulando mucho estas posiciones radicales, llegando a unas afirmaciones más sensatas y que podrían ser más aceptadas por otros filósofos de la ciencia.

- Insiste en que existe una estructura micro-comunitaria de la ciencia, donde se dan **revoluciones a pequeña escala** que no afectan al resto de micro-comunidades que pertenecen a la misma disciplina, sólo a la subespecialidades de cada disciplina.
- El problema de esa afirmación, es que si se extiende hasta el límite este concepto de revoluciones a pequeña escala dentro de las micro-comunidades, se pondría en duda entonces la existencia de períodos de ciencia normal, que quedarían disueltos dentro de este enfoque y el planteamiento pasaría a tener un carácter más similar a las propuestas de Popper.

El Kuhn irracional

Kuhn no es un racionalista en el sentido que venimos asumiendo.

- No marca una meta para la ciencia; piensa que el progreso científico no se mide por su acercamiento a una meta supuesta, sino por su separación del punto de partida.
- No cree que haya criterios objetivos y neutrales para evaluar teorías rivales. La aplicación de criterios para evaluar la elección de teorías es para Kuhn algo subjetivo.

Quizás el apelativo 'irracionalista' sea excesivo en estas circunstancias, ya se asocia a posiciones mucho más radicales que las de Kuhn. Según parece era una de las acusaciones que más le molestaban, sobre todo cuando se presuponía con ella que su filosofía no otorgaba ningún papel a la razón en la investigación científica o que consideraba a la ciencia como una actividad en muchos casos contraria a la razón, como sí hizo Feyerabend. Kuhn sostuvo explícitamente que la ciencia es el mejor modelo que tenemos de racionalidad.

El irracionalismo de Kuhn debe entenderse en un sentido preciso (casos concretos a continuación), y no como la negación de la racionalidad en la ciencia.

Problemática noción de progreso

Para algunos de sus críticos la noción de progreso de Kuhn resulta problemática.

- Kuhn rechaza la idea de que el cambio revolucionario conduzca a algún tipo de progreso objetivo hacia una meta.
- Cree asimismo que para que la comunidad científica termine aceptando que ha habido un progreso son necesarias técnicas persuasivas, ya que los argumentos racionales que puedan esgrimirse para sustentar el nuevo paradigma son circulares. No existe un punto de vista neutral (desde la razón, la lógica, la verdad...) que permita afirmar que el nuevo paradigma signifique un progreso con respecto al anterior. Sólo podemos decir que desde el punto de vista que instaaura el nuevo paradigma, éste representa un progreso en comparación con su rival.

Sin embargo, por otro lado, encontramos también en esta obra pasajes que señalan hacia un cierto progreso objetivo en la ciencia. Kuhn se muestra convencido de que a lo largo de la historia, la sucesión de periodos de ciencia normal y revoluciones científicas conduce a una *"comprensión cada vez más detallada y refinada de la naturaleza"*.

En la posdata de 1969 parece asumir aún con más claridad esta posibilidad. Descarta por completo la tesis realista defendida por Popper, a la que considera incluso carente de sentido. Los cambios de paradigma no llevan a una aproximación progresiva a la verdad, no ofrecen tampoco una convergencia ontológica que nos acerque cada vez más al verdadero mobiliario del mundo.

Pero sostiene que hay un progreso "unidireccional e irreversible" en la capacidad de los paradigmas para resolver problemas. El progreso científico, al igual que el evolutivo, debe ser visto, no en función del acercamiento a una meta, sino en función de la separación desde un punto de partida.

Hoyningen-Huene (intérprete acreditado de Kuhn), afirma que esta mayor capacidad para resolver problemas que presentan los nuevos paradigmas tiene tres dimensiones:

1. La teoría candidata ha de ser capaz de hacer frente a los problemas que desencadenaron la crisis. Si una nueva teoría cumple esta tarea con exactitud mayor que su rival anterior, este éxito es un argumento fuerte para seleccionar la nueva teoría.
2. Una nueva teoría tiene que ser capaz de resolver al menos una gran parte de los problemas resueltos por la anterior teoría con una exactitud comparable (o mayor). Sus senderos para estas soluciones pueden ser, sin embargo, sustancialmente diferentes de los aceptados previamente.
3. Lo que también cuenta para la capacidad de resolución de problemas de la nueva teoría es su capacidad para predecir fenómenos inesperados desde la perspectiva de la vieja teoría.

Parece, por tanto, que hay en Kuhn una convicción clara de que la ciencia es una empresa progresiva en algún sentido objetivo. Sin embargo, ¿cómo compaginar esto con las anteriores afirmaciones acerca del científico como una víctima de una historia contada por los que tienen el poder? Después de todo, si cabe decir que los cambios de paradigma llevan a una capacidad creciente para resolver problemas, ¿por qué no pueden apelar a este aumento de capacidad los partidarios del paradigma vencedor? ¿Por qué los miembros de la comunidad científica no pueden percibir el progreso de ese modo y han de ser, en cambio, adoc-trinados en una mistificación? ¿Por qué hay necesidad de inventar una historia en la que, por definición, el paradigma vencedor es el mejor?

- La respuesta a estas preguntas, siendo coherentes con las tesis de Kuhn, es que esa mayor capacidad para resolver problemas será juzgada de diferentes maneras por los partidarios de cada paradigma rival, sin posibilidad de llegar a un acuerdo final sobre la cuestión, al menos utilizando sólo argumentos racionales. De acuerdo con sus propios planteamientos, Kuhn no puede decir que el nuevo paradigma sea objetivamente mejor que el anterior porque resuelve más o mejores problemas. Recordemos que el cambio de paradigma implica no sólo un cambio en las teorías, sino en las normas y en los métodos de investigación. Esto hace que cambie también la lista de problemas que se estima necesario resolver y, sobre todo, que cambie lo que se considere una buena solución a un problema. De ahí que los partidarios de paradigmas rivales puedan juzgar de diferente manera los logros y fracasos de cada paradigma. Lo que para unos es una anomalía demoledora, para otros es una pequeña dificultad por resolver. Lo que para unos es un importante problema resuelto, para otros es un asunto menor o al que se le ha dado una solución inaceptable. No hay, en consecuencia, posibilidad de comparar objetivamente la capacidad global de reso-

lución de problemas que tiene cada paradigma. Sólo la victoria de un paradigma (que puede deberse meramente a la inexorable renovación generacional de la comunidad científica) hace luego posible contar la historia de que el nuevo paradigma tenía más capacidad para resolver problemas.

Si aceptamos esto no hay ningún sentido en el que se pueda hablar de un progreso auténtico a través de la historia de la ciencia, ni siquiera de un progreso desde la ignorancia hasta una comprensión mejor de la naturaleza:

- Decir que hemos progresado en nuestros conocimientos científicos se convierte en sinónimo de decir que el paradigma que aceptamos actualmente ha vencido a los anteriores y que, desde él, todo lo anterior es visto como algo superado. La conclusión parece entonces inevitable: hay progreso en la ciencia porque la comunidad científica conviene en que hay progreso. Es aquí donde algunos han visto uno de los puntos más discutibles de las ideas de Kuhn.
- Un intento de salvar a Kuhn de estas críticas consiste en subrayar los elementos de continuidad que, según el propio Kuhn, se dan a través de las revoluciones científicas. No todo cambia con el cambio de paradigma. Como nos dice en *La estructura, "al menos parte de [los] logros [de la ciencia normal] siempre prueban que son permanentes"*

Discontinuidad en el cambio de paradigma, pérdida de poder explicativo y problemas que siguen sin explicación

Un cambio de paradigma significa que desaparecen muchos problemas y surgen otros nuevos, e igualmente, que se pierde capacidad explicativa en algún punto y se gana en otro. Pero algunos problemas pueden permanecer inalterados a través del cambio.

Ejemplo: El problema de calcular con precisión las órbitas de Marte y Venus era común a la teoría ptolemaica y a la copernicana. En la medida en que un paradigma consiga resolver algún problema común que el otro paradigma no resuelve o lo hace de forma menos precisa, cabría hablar de progreso objetivo.

"Problemas resueltos" se refiere evidentemente de forma primaria a las predicciones teóricas de datos empíricos (Kuhn también lo describe como la meta institucional de la ciencia normal). En lo que a estos problemas resueltos concierne, el progreso de la ciencia es objetivo, o independiente de las diferentes perspectivas posibles.

Kuhn mismo afirma que los científicos serán reacios a aceptar un nuevo paradigma a menos que éste no consiga resolver algún problema destacado que no haya tenido solución hasta el momento y que no sea capaz de conservar una gran parte de la capacidad para resolver problemas desplegados en los paradigmas precedentes.

Sin embargo, el crítico tiene todavía razones para dudar. ¿No habíamos quedado en que para Kuhn la elección de teorías implica el uso de argumentos circulares, ya que *"la importancia de ciertos problemas y la legitimidad de ciertas soluciones no pueden ser evaluadas en aislamiento de las teorías sometidas a discusión"*? Por un lado se nos dice que hay progreso objetivo porque aumenta la capacidad para resolver problemas, y las soluciones a ciertos problemas van siendo mejores con independencia de la perspectiva teórica, pero por otro lado Kuhn sostiene que lo que se considere un problema a resolver y una solución adecuada del mismo depende de cada paradigma, lo cual impide hacer del recuento de problemas resueltos un criterio objetivo de comparación de teorías.

Alexander Bird: Si lo que cuenta como resolución de problemas viene definido sólo por los ejemplares, es difícil ver cómo pueden tener lugar las revoluciones tal como Kuhn las describe. Pues si los nuevos candidatos son genuinamente diferentes, no puede considerarse entonces que resuelvan ningún problema existente, precisamente porque la resolución de problemas requiere similitud entre los ejemplares existentes.

Para el defensor de Kuhn no hay contradicción entre ambas cosas. Se trata sólo de entender que las discontinuidades no son absolutas. El cambio de paradigmas implica que muchos problemas cambian y, como las soluciones son evaluadas desde la perspectiva de cada paradigma, no puede haber procedimientos universales que determinen la elección de paradigma por parte de los científicos. Pero ocurre también que algunos problemas permanecen a través del cambio y lo mismo sucede con algunos criterios de evaluación. Ello permite un juicio comparativo entre paradigmas rivales que no es ni arbitrario ni caprichoso, sino que obedece a buenas razones.

Por esto mismo Kuhn protestó viva y reiteradamente contra la acusación de irracionalismo. Él concebía su filosofía como *"un intento de mostrar que las teorías de racionalidad existentes no son lo bastante acertadas y que debemos reajustarlas o cambiarlas para explicar porqué la ciencia trabaja como lo hace"*.

- Su propósito era ampliar el concepto de racionalidad más que desterrarlo o marginarlo. Kuhn reconoce que los científicos utilizan argumentos racionales para explicar por qué aceptan una teoría en lugar de la teoría rival. Argumentos que se fundamentan en criterios tradicionalmente empleados para la evaluación de teorías, como pueden ser la exactitud, la coherencia, el alcance, la simplicidad y la fecundidad.
- El hecho de que, según su descripción del cambio de teorías, los científicos acudan a la persuasión más que a la demostración no significa que se comporten irracionalmente, porque la racionalidad no se reduce al uso de la lógica. Lo que sucede es que la elección de teorías rivales no es algo que pueda ser equiparado a una inferencia lógica. Los criterios de evaluación, incluido el apoyo experimental, funcionan como valores, no como reglas, y no determinan el juicio de los científicos; y los factores externos (sociales, psicológicos, políticos, culturales, etc.) influyen también de manera muy notable en dicho juicio. Él no creía que eso fuera abrir la puerta a la irracionalidad ni hacer de la elección de teorías una decisión sin base (aunque admite alguna responsabilidad en haber dado pie a esa confusión).
- Se trataría sólo de reconocer que no hay algoritmos para la decisión en la elección de teorías y que los criterios de elección, al funcionar como valores, ni son aceptados en el mismo orden jerárquico por toda la comunidad científica (lo que da lugar a conflicto de valores) ni son aplicados del mismo modo por todos los científicos.

Si se dan por buenas estas explicaciones de Kuhn, la acusación de irracionalismo pierde gran parte de su peso. Pero eso no impide que, desde la fecha de su publicación, muchos lectores de *"La estructura de las revoluciones científicas"* hayan encontrado motivos para pensar que su autor pretendía consciente y voluntariamente algo más radical que ensanchar nuestro concepto de racionalidad científica. El racionalismo, por muy generosamente que sea entendido, no parece encajar con la comparación de los cambios de paradigma con los cambios de Gestalt; o con la comparación de las revoluciones científicas con las revoluciones políticas, en el sentido de que en la elección de paradigma *"no hay norma superior al asentimiento de la comunidad pertinente"*.

Kuhn llega a decir que la experiencia individual de un científico que cambia de paradigma es la de una experiencia de conversión. Pero es habitual que los partidarios de cada paradigma no den su brazo a torcer y que el nuevo paradigma termine triunfando sencillamente porque, por razones de promoción profesional, suele contar con el apoyo de los científicos más jóvenes, y estos terminan por ocupar las cátedras que ocupaban los defensores del viejo paradigma. Nada de esto suena ciertamente a racionalismo. Por eso hay quien piensa que el último Kuhn está en realidad desmintiendo al primero.

Concepto de "ciencia normal"

Otro aspecto central de la filosofía de Kuhn que ha sido objeto de fuertes críticas es su concepto de ciencia normal. Entre los críticos están Popper, Feyerabend y Laudan. El concepto de ciencia normal es algo completamente opuesto al principio de proliferación de teorías, en cuya defensa coinciden Popper y Feyerabend. Laudan por su parte aduce principalmente razones de tipo histórico.

En 1965 se celebró en Londres un congreso internacional sobre filosofía de la ciencia que marcó historia. En él se confrontaron de una forma decidida las diferentes concepciones de la ciencia mantenidas por Kuhn de un lado, y por Popper, Toulmin, Lakatos y Feyerabend del otro lado, que sometieron a un fuerte embate este concepto kuhniano

- Una parte de los trabajos de este congreso quedó recogida en el libro editado por Lakatos y Musgrave titulado *"La crítica y el desarrollo del conocimiento"*.
- La contribución de Popper llevaba por título *"La ciencia normal y sus peligros"*
- La del popperiano John Watkins era aún más directa: *"Contra la ciencia normal"*.

Kuhn ha pasado a la historia como el filósofo de las revoluciones científicas. Pero, si dejamos de lado el tema de la inconmensurabilidad en dichas revoluciones, no es ésta su aportación más original. El propio Popper había defendido con anterioridad la tesis de que el cambio científico se produce mediante rupturas revolucionarias y no mediante acumulación gradual. En cambio, el concepto de ciencia normal es una aportación específicamente kuhniana y chocaba tanto con las posiciones neopositivistas (a pesar de algunas similitudes parciales) como con las popperianas.

Kuhn es el primero en subrayar la existencia de largos periodos de investigación bajo el dominio incuestionado de una gran teoría; periodos en los que no se busca la novedad y en los que se produce una acumulación de conocimientos, pero una acumulación relativa a un paradigma, de modo que puede desmoronarse por completo en la siguiente revolución científica.

Estos periodos no tienen por qué ser fases aburridas y poco significativas del desarrollo de la ciencia. Ni los resultados obtenidos en ellos tienen por qué ser siempre rutinarios o menores.

Ejemplo: Entre lo que Kuhn entiende por ciencia normal cabría contar por ejemplo el proyecto Genoma Humano o las investigaciones sobre computación cuántica y sobre los agujeros negros. Buena parte de los trabajos que en la actualidad atraen la imaginación del público a través de los libros de divulgación científica podrían en principio ser clasificados como propios de la ciencia normal kuhniana, al menos en el sentido de que no buscan romper con el marco teórico en el que surgen, sino resolver enigmas.

De lo que Popper y Feyerabend acusan al concepto de ciencia normal es precisamente de conservadurismo. Consideran que Kuhn está promoviendo con él el dogmatismo, la mentalidad acrítica y la sumisión a la autoridad científica establecida.

Popper no niega que exista la ciencia normal, y hasta considera que Kuhn ha realizado una gran aportación a la filosofía de la ciencia realzando su importancia. Lo que a Popper le parece mal es que Kuhn considere "normal" a la ciencia normal, es decir, que le parezca que es una tarea necesaria y encomiable, más que algo digno de censura por representar un verdadero peligro para la ciencia. Los científicos normales son personas poco imaginativas que realizan una tarea de aplicación y no de auténtica creación. Popper piensa que *"pocos, si es que hay alguno, de los científicos que han pasado a la historia fueron 'científicos normales' en el sentido de Kuhn"*. Cree además que la distinción entre ciencia normal y ciencia extraordinaria no debe ser tan tajante, y que muchos científicos están situados en una amplia graduación intermedia entre ambos extremos.

Según Popper, el error que está detrás de la noción de ciencia normal kuhniana como dominio incuestionado de un paradigma es lo que él denomina *'el Mito del Marco'*. Consiste en afirmar que no es posible la discusión racional a menos que se comparta un lenguaje común y un conjunto común de supuestos, y que ese marco común no puede ser sometido él mismo a crítica. Frente a ello, Popper sostiene que si bien estamos siempre situados en un cierto marco general, podemos criticarlo y escapar de él en cualquier momento. La discusión crítica es siempre posible, aunque por desgracia haya habido periodos, incluso en la ciencia, en los que haya desaparecido.

Es dudoso, sin embargo, que Kuhn pueda ser acusado de algo similar al *Mito del Marco*, tal como Popper lo presenta. Él insiste en que es posible la discusión racional entre defensores de diferentes paradigmas y sostiene que los paradigmas, una vez que se ha entrado en un periodo de crisis, son objeto de crítica rigurosa.

Kuhn no recomendaba ni encomiaba la ciencia normal, sino que se limitaba a describir algo que sucede en la práctica científica nos guste o no. No sabemos cómo sería una ciencia más crítica y más democrática, pero Kuhn, la ciencia real, la que tenemos, presenta periodos de ciencia normal con independencia de lo poco conservadores e intelectualmente aventurados que quieran ser los científicos de cada momento. En la ciencia real uno no puede desembarazarse de un paradigma a voluntad; la revolución permanente que propone Popper es algo que simplemente no puede existir. Por muy crítico que se quiera ser, el paradigma no será abandonado por otro mientras no se den las condiciones apropiadas. Además muy pocos científicos querrán ser críticos con el paradigma mientras no haya razones para ello. Este modo de salvar a Kuhn de la crítica de Popper exige, sin embargo, más estudios histórico-sociológicos que puedan determinar si, en efecto, la ciencia normal que Kuhn dice describir es algo que puede ser detectado en un buen número de episodios históricos concretos.

¿Está la historia de la ciencia del lado de Kuhn?

El caso es que también se ha puesto en cuestión que la historia de la ciencia le dé la razón a Kuhn. Según Feyerabend, lo que ésta muestra es que no existe la ciencia normal y que en cualquier periodo proliferan las teorías rivales. Feyerabend admite que esta proliferación de teorías se da mezclada también con cierta tenacidad por parte de los científicos. Pero rechaza que haya periodos sucesivos de tenacidad y de proliferación.

En un sentido similar se expresó también Lakatos, y Laudan se adhirió posteriormente a esta crítica. En su libro *"El progreso y sus problemas"* éste declara que

"prácticamente todos los periodos importantes en la historia de la ciencia se caracterizan tanto por la coexistencia de numerosos paradigmas en competencia, sin que ninguno ejerza la hegemonía sobre el campo, como por la manera persistente y continua en que son debatidos por la comunidad científica los supuestos

fundamentales de cada paradigma";

y páginas después añade que Kuhn

"no puede señalar ninguna ciencia importante en la que el monopolio de un paradigma haya sido la regla, ni en la que el debate sobre fundamentos haya estado ausente."

En parte como consecuencia de estas críticas Kuhn tendió a suavizar el concepto de ciencia normal. A partir de la posdata de 1969, como hemos mencionado, habla de la estructura micro-comunitaria de la ciencia, y afirma que las revoluciones no son sucesos raros, sino que pueden darse microrrevoluciones en el seno de diferentes sub-comunidades con relativa frecuencia. Esto implica, ciertamente, un acercamiento a Popper, aunque continúe habiendo diferencias notables, especialmente en el modo en que se produce la elección de teorías. Y, de nuevo, algunos críticos han estimado que tal acercamiento significa una disolución en la práctica del concepto de ciencia normal.

Recientemente, Alexander Bird ha vuelto a cuestionar la plausibilidad histórica del modelo kuhniano de cambio científico. En especial, si se toma en sus trazos iniciales de pequeños cambios acumulativos en la ciencia normal seguidos de grandes cambios revolucionarios. Bird objeta que no todos los cambios que se producen en la ciencia normal son acumulativos, ni todos los cambios revolucionarios implican la revisión del paradigma. Hay cambios pequeños, que se dan en periodos de ciencia normal y, por tanto, no vienen precedidos por crisis, que implican, sin embargo, revisiones del paradigma.

Ejemplos: el descubrimiento de los rayos X por parte de Roentgen y el descubrimiento por parte de Hubble de que el universo está en expansión.

Hay, por otra parte, grandes cambios revolucionarios (en el sentido amplio del término, no en el kuhniano, pues éste identifica revolución con cambio de paradigma) que no llevan a la revisión del paradigma, ni presentan especiales problemas de inconmensurabilidad. Son revoluciones que ofrecen un cambio acumulativo.

Ejemplos: cita la teoría electromagnética de Maxwell, la tabla periódica de Mendeleiev, la teoría cuántica del enlace atómico, el descubrimiento de la estructura molecular del ADN y la teoría de la tectónica de placas.

Así pues, no todas las revoluciones científicas vinieron precedidas de una crisis en la ciencia normal. La teoría especial de la relatividad de Einstein sí vino después de una crisis, pero la teoría de la relatividad general, que también fue revolucionaria, no lo hizo.

El caso de la estructura del ADN resulta para Bird especialmente revelador de la insuficiencia del modelo kuhniano:

"Un descubrimiento que muchos consideran como el más importante del siglo sencillamente no encaja en la descripción que Kuhn hace del desarrollo científico -no se originó con una crisis y, aunque trajo a la existencia importantes campos nuevos de investigación, exigió poca o ninguna revisión de los paradigmas existentes".

Bird señala por ello que la diferencia entre la ciencia normal y la ciencia extraordinaria no es siempre tan grande como Kuhn pretende, y que ciertos episodios históricos sugieren que más bien existe una amplia graduación intermedia entre ambos extremos.

Los casos más innovadores de la ciencia normal estarían muy próximos a los casos más conservadores de la ciencia revolucionaria.

El anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend

Paul Feyerabend fue uno de los primeros filósofos que sintonizaron con los movimientos sociales que en los años 60 iniciaron campañas de protesta contra el sistema político y cultural prevaleciente en los Estados Unidos y en Europa, cuya fuerza atribuían a la alianza entre el poder militar, el poder económico y la ciencia.

Feyerabend no presentó un modelo articulado de progreso científico al modo de los anteriores, entre otras cosas porque llegó al convencimiento de que la ciencia no era un sistema unificado del que pudieran decirse cosas en general, y por tanto no tenía sentido proponer un modelo universal de progreso. Su obra estuvo centrada más bien en una crítica de dichos modelos, especialmente del neopositivista y el popperiano. Además, con el tiempo, se ocupó cada vez más del papel de la ciencia en la sociedad, y de aspectos políticos y sociales relacionados con la ciencia, y menos de cuestiones estrictamente epistemológicas. Sin embargo, Feyerabend hizo también algunas propuestas positivas acerca del modo en que se produce el cambio científico, como la tesis de la inconmensurabilidad de las teorías rivales, que comparte con Kuhn, el pluralismo metodológico y el **principio de proliferación de teorías**.

Su filosofía no es recibida con simpatía, ni entonces ni ahora, aunque alguno de sus planteamientos, como el del pluralismo metodológico son los aceptados por la mayoría a día de hoy. No hay que perder de vista, que igualmente en muchas ocasiones la pretensión de Feyerabend era la de escandalizar con el fin de hacer un mayor hincapié en las posiciones racionalistas que pretendía criticar, labor que en su obra *"Against method"* (1975).

En 1987, un artículo de la prestigiosa revista científica *Nature* calificaba a Feyerabend como *"el Salvador Dalí de la filosofía"* y *"el peor enemigo de la ciencia"*. Ésta última fue una acusación injusta que no le reportó precisamente beneficios. Feyerabend se formó como astrónomo y tuvo siempre un vivo interés por la ciencia, como lo muestran sus trabajos sobre la teoría cuántica. Lo que atacaba en sus obras con su ironía infatigable no era la ciencia, sino lo que él consideraba un mito formado en torno a ella, en buena medida a causa de los filósofos. El **"mito de la ciencia"** es un pequeño "cuento de hadas" que lleva a muchas personas a someterse a la autoridad de la ciencia en ámbitos en los que no debía tener una especial autoridad, sobre todo en el político. Ese "cuento de hadas" dice que la ciencia posee un método riguroso -en realidad el único método correcto- para alcanzar conocimientos verdaderos. Feyerabend dedicó buena parte de sus esfuerzos a explicar que no existe tal método, que la ciencia no dispone de un recurso específico para garantizar siempre sus resultados. En realidad, lejos de ser un enemigo de la ciencia, Feyerabend intentó siempre mejorarla haciéndola más humana, menos dogmática y más democrática.

A veces su pretensión no es que se le tome en serio en todo lo que dice (*"mis comentarios pueden leerse al menos de dos modos: en serio y en broma"*), sino poner en ridículo a su adversario, el filósofo racionalista, ya sea en su variante positivista, ya sea en su variante popperiana.

Quizás sus pasajes más polémicos son aquellos en los que asume directamente la defensa de posturas antirracionalistas, como cuando compara la ciencia y el mito, o la medicina y el curanderismo; o cuando propone dejar que los padres elijan en las escuelas públicas si sus hijos deben estudiar física y astronomía o magia y astrología; o cuando sugiere que el vudú podría ayudara enriquecer e incluso revisar nuestros conocimientos de fisiología.

Estos pasajes deben ser interpretados como una advertencia al racionalista: hay alternativas que éste ni siquiera se ha parado a considerar y que merecen al menos un conocimiento

mayor en lugar de ser desestimadas como absurdas sin ningún argumento. En particular, Feyerabend intenta mostrar que hay tradiciones culturales despreciadas o ignoradas por el racionalista que se las arreglaron muy bien sin ciencia durante mucho tiempo y que no merecen ser arrasadas por el imperialismo cultural de Occidente, entre otras razones porque algunas han ejercido y pueden todavía ejercer una influencia beneficiosa sobre la propia ciencia. Desde la perspectiva de alguna de estas tradiciones, los logros de la ciencia occidental pueden ser juzgados además de un modo mucho menos entusiasta del que el racionalista suele hacerlo.

Inicialmente neopositivista, y después popperiano, pasó finalmente a criticar ambas posturas alegando que tanto la metodología inductivista del neopositivismo como la metodología falsacionista de Popper son constricciones que ni favorecen la investigación ni son respetadas por los científicos.

Metodología pluralista y proliferación de teorías

Metodología pluralista

La idea de un único método con principios firmes que rija el quehacer científico tropieza con la historia de la ciencia, ya que los métodos han ido cambiando con el paso del tiempo.

No hay ninguna regla que no haya sido infringida en una ocasión u otra y que tras dicha infracción no se haya producido algún tipo de progreso. Y afortunadamente ha sido así, porque la ciencia progresa gracias a que la razón y las normas metodológicas son dejadas de lado en muchas ocasiones.

Sólo hay un principio que puede defenderse bajo cualquier circunstancia: **todo vale**.

- Esta frase ha sido muy malinterpretada, ya que una lectura exagerada de esta afirmación llevaría a entenderla como que cualquier actividad es válida en la labor del científico. Sin embargo, Feyerabend que era un físico especializado en astronomía conocía perfectamente cómo era el funcionamiento de la ciencia.
- Una interpretación correcta de este “todo vale” sería el de una reducción al absurdo de los planteamientos racionalistas y su búsqueda de planteamientos metodológicos universales; volviendo así al planteamiento de que no existen reglas que al infringirse no hayan dado pie a progreso en ciencia.
- Lo que afirma es que los científicos son **oportunistas metodológicos**, es decir, no se atan a ninguna metodología rígida y permanente, al modo de las ofrecidas por los filósofos de la ciencia, porque todas tienen sus limitaciones, aunque ciertamente su trabajo siga en cada caso una metodología particular. Feyerabend defiende, pues, un pluralismo metodológico: no hay un método en la ciencia, sino una diversidad de métodos aprovechables en unas circunstancias e inútiles en otras.

La regla del empirismo era la **inducción**: el éxito de nuestras teorías viene medido por el acuerdo entre la teoría y la experiencia. Para Feyerabend, la historia de la ciencia nos demuestra que en ocasiones han sido exitosas aquellas hipótesis que chocaban con los hechos e hipótesis aceptados en aquel momento. La contrarregla correspondiente nos aconseja introducir y elaborar hipótesis que sean **inconsistentes** con teorías bien establecidas y/o con hechos bien establecidos. Nos aconseja entonces el proceder **contrainductivamente**, por dos razones:

- Un científico que desee maximizar el contenido empírico de sus puntos de vista debe adoptar una **metodología pluralista**.
 - Esto concuerda con la afirmación de Einstein de que el científico debe ser un *"oportunista metodológico"*.
- No existe una sola teoría interesante que concuerde con todos los hechos conocidos de su dominio. Todas las teorías tienen problemas empíricos.

La **contrainducción** no es una nueva metodología. Su propósito es convencer de que todas las metodologías tienen sus límites. Por lo que exigir que nuestras nuevas ideas o hipótesis sean siempre consistentes con las teorías y hechos bien establecidos acabaría con el progreso científico.

- No quiere decir esto que Feyerabend defienda el método contrainductivo, sino que dada la pluralidad metodológica, cabe plantearse cualquier metodología posible.

Proliferación de ideas

La **condición de consistencia**, que exigían los neopositivistas para que las nuevas hipótesis concuerden con las teorías aceptadas, no es razonable, porque favorece a la teoría más antigua, no a la teoría mejor. Si la teoría antigua está equivocada, y no la nueva que contradice a la anterior, según la condición de consistencia la teoría nueva quedaría descartada al chocar con el planteamiento aceptado de la teoría antigua.

Las hipótesis que contradicen a las teorías bien confirmadas proporcionan evidencia que no puede obtenerse de ninguna otra forma. La **proliferación de teorías** es beneficiosa para la ciencia, mientras que la uniformidad debilita su poder crítico y pone en peligro el libre desarrollo del individuo. Este es un planteamiento de evidente fundamentación popperiana (pese a que con el paso de los años Feyerabend se convirtiese en un acérrimo crítico con Popper).

El desarrollo de teorías inconsistentes con las teorías y los hechos establecidos permite así evaluar críticamente los supuestos ocultos que subyacen a las teorías vigentes e impregnan a las observaciones realizadas desde ellas. Al contemplar una teoría vigente desde el alejado punto de vista que ofrece otra teoría inconsistente con ella podemos detectar en la primera fallos que no hubieran emergido sin esa ayuda exterior. Por otra parte, toda teoría tiene o tuvo en algún momento hechos en contra, de modo que no hay que obsesionarse por hacer encajar una nueva teoría con todos los hechos conocidos.

El principio de proliferación no sólo recomienda la invención de nuevas teorías alternativas, sino que aconseja evitar además la eliminación prematura de teorías más antiguas que han sido refutadas, ya que de esas viejas teorías a veces pueden surgir buenas ideas.

Los hechos están constituidos por ideologías más antiguas y **el choque entre hechos y teorías puede ser prueba de progreso** (inversión del planteamiento popperiano). Los ingredientes ideológicos de nuestras observaciones se descubren con ayuda de teorías que están refutadas por los hechos; se descubren contrainductivamente,

En la publicación de Feyerabend, se acompaña este planteamiento con el caso de Galileo y su disputa con los aristotélicos y las tesis que éstos esgrimían en contra del heliocentrismo:

"..si la tierra estuviera en movimiento y alguien dejase caer un peso desde lo alto de una torre vería cómo ese cuerpo no caería al pie de la torre, sino muchos metros, incluso kilómetros, en la dirección contraria al movimiento de la Tierra, ya que durante el tiempo de caída y al haberse movido la Tierra el lugar de aterrizaje habría de haberse desplazado."

En realidad es la ley de la inercia la que explica la caída que observamos, ya que el cuerpo en caída lleva la misma inercia que el movimiento de la Tierra. Para Feyerabend esto es un ejemplo de una teoría alternativa (la inercia de los cuerpos que no supondría un impedimento para el heliocentrismo) que choca con la experiencia (la que interpretan los aristotélicos, que era la física vigente, para refutar a Galileo).

En este caso Galileo consigue introducirlas por su plausibilidad inicial y como hipótesis *ad hoc*. Así, Galileo sostuvo que en realidad la piedra cayendo desde la torre presenta un movimiento con dos componentes, uno vertical hacia el pie de la torre y otro en la dirección del movimiento de la tierra (inercia circular). Sólo percibimos el primero porque el segundo es compartido por la piedra y por el observador.

Galileo empleó además técnicas propagandísticas y de persuasión para obtener su victoria sobre los aristotélicos: escribió en italiano en lugar de en latín y apeló a los gustos populares por las nuevas ideas y su oposición a las viejas. Esto muestra que los procedimientos irracionales son con frecuencia necesarios para que las nuevas ideas se impongan. La oposición a la razón es fuente de progreso. El racionalismo tiene, pues, poco que ver con el progreso de la ciencia. La teoría copernicana, por ejemplo, presentaba tantos problemas o más que la teoría ptolemaica. Si consiguió triunfar sobre ésta fue por estar más acorde con una idea aún más problemática que ellas dos: que las imágenes ofrecidas por el telescopio son fidedignas. Lo racional en este caso habría sido comportarse como los aristotélicos y no dar por buenas las imágenes del cielo obtenidas mediante un instrumento cuya fiabilidad era cuestionable. Muchas ideas novedosas han sobrevivido precisamente debido al empuje que recibieron de factores irracionales (pasiones, prejuicios, errores, etc.) y porque se opusieron con éxito a los preceptos de la razón. Si se hubieran seguido dichos preceptos ideas que hoy consideramos esenciales en la ciencia habrían sido simplemente eliminadas.

La oposición a la razón como fuente de progreso

Para Feyerabend, la lealtad a las nuevas ideas tendrá que conseguirse **por medios irracionales** tales como propaganda, sensibilidad, hipótesis *ad hoc* y apelación a los prejuicios de todas clases.

Oponerse a la razón es la fuente de progreso científico. Lejos de aceptar la idea racionalista de que el proceso científico es racional, Feyerabend apela a los medios irracionales, siendo así más radical que Kuhn (que pretendía ampliar dicho contexto racional, atendiendo a aspectos de éste que no habían sido considerados por los neopositivistas y Popper, en particular efectos sociales).

La razón exige que la *evaluación* de las ideas no sea invalidada por elementos irracionales. Ahora bien, lo que los ejemplos históricos parecen ilustrar es esto: **existen situaciones en las que incluso los juicios y la reglas metodológicas más liberales habrían eliminado una idea o un punto de vista que hoy consideramos esencial para la ciencia.**

Las ideas sobrevivieron y **ahora** puede decirse que están de acuerdo con la razón. Y sobrevivieron porque se opusieron a los preceptos de la razón y porque se permitió que estos elementos irracionales se salieran con la suya.

- Es decir, nos estaríamos refiriendo como **racionalidad científica** ante aquellas ideas que han triunfado (aunque en su momento tuviesen todas las papeletas en contra para no hacerlo).

Otra distinción que hay que abolir según Feyerabend es la que se establece entre un

contexto de descubrimiento y un contexto de justificación (en particular el cómo se justifica la validez de la teoría) y prescindiendo de la distinción afín entre **términos observacionales** y **términos teóricos**. En esto Kuhn coincide en parte con él, ya que no se pueden diferenciar de una manera radicalmente nítida los contextos en que se dan a cabo el descubrimiento y la justificación). Ambos defienden también la tesis de Hanson de que *la observación está cargada de teoría*, y que nunca se podrá hacer una observación sin que se esté en cierto modo condicionado por nuestros conocimientos teóricos.

La conclusión de esto sería que incluso en la ciencia la razón debe ser marginada o eliminada con frecuencia en favor de otras instancias, siendo así posible que a través de una oposición a la razón se pueda alcanzar el progreso científico.

Anarquismo epistemológico

Feyerabend denomina a su posición como **anarquismo epistemológico**, que difiere tanto del escepticismo como del anarquismo político (o religioso):

- El **escepticismo** o bien considera todos los puntos de vista como igualmente buenos, o igualmente malos, o bien desiste por completo de hacer tales juicios. En cambio, el anarquismo epistemológico no tiene reparos en defender el enunciado más trillado o más ultrajante.
- El **anarquista político o religioso** pretende eliminar cierta forma de vida. En cambio el anarquista epistemológico puede desear defenderla porque no tiene ninguna lealtad eterna, ni ninguna aversión eterna contra, cualquier institución o ideología, sin importarle los calificativos que esta actitud pueda acarrearle.

El anarquista epistemológico se parece mucho más al **dadaísta**, quien no sólo no tiene ningún programa, sino que está contra todos los programas, e incluso a veces puede ser el más estrepitoso defensor del *status quo*, porque para ser un auténtico dadaísta, se debe ser también un **antidadaísta**. Esto lleva a Feyerabend a referirse a su posición como **dadaísmo epistemológico**,

Sus objetivos permanecen estables, o cambian a consecuencia de un argumento, o por cansancio, o por una experiencia de conversión, o para impresionar a una señora. No existe ningún punto de vista, por “absurdo” e “inmoral” que sea, que rehúse considerar o someter a su influencia, y no existe ningún método que considere indispensable.

Las únicas cosas a la que se opone positiva y absolutamente es a los criterios, leyes o ideas universales (propias del racionalista).

Feyerabend desarrolla estas tesis en su libro *“Science in a free society”* (1978) distingue cuatro posturas epistemológicas:

- **Racionalismo anticuado o ingenuo**: Descartes, Kant, Popper, Lakatos. El precedente de dicho racionalismo serían las leyes apodícticas del *Éxodo*.
 - Sería racional (adecuado, acorde con la voluntad divina) hacer ciertas cosas pase lo que pase. La racionalidad es universal, estable, independiente del contenido y del contexto, y da lugar a reglas y criterios igualmente universales.
- **Racionalismo de la dependencia contextual**: algunos marxistas, antropólogos y relativistas antropológicos. El precedente de este racionalismo serían la filosofía que subyace a las leyes casuísticas del *Éxodo*, que es más antigua que la filosofía apodíctica y procede de Mesopotamia.

- La racionalidad no es universal, pero hay enunciados condicionales universalmente válidos que estipulan qué es racional y en qué condiciones, existiendo también las correspondientes reglas condicionales que determinarían el contexto en que dichos enunciados sí serían racionales.
- **Anarquismo ingenuo:** algunas religiones extáticas y diversas formas de anarquismo político.
 - (a) Tanto las reglas absolutas como las que dependen del contexto tienen sus limitaciones, de donde se infiere:
 - (b) Toda las reglas criterios carecen de valor y deberían ser abandonados
 - Feyerabend se declara de acuerdo con (a), pero no con (b). no trata de eliminar las reglas ni demostrar su inutilidad, sino más bien de **ampliar el repertorio de reglas y sugerir un nuevo uso de éstas**. Siendo esto lo que diferenciaría al anarquista epistemológico (que dispone de un conjunto de reglas y normas que utiliza y amplía de la mejor manera que puede según el contexto que mejor le convenga en cada caso) del anarquista ingenuo.
- **Su propio punto de vista:** cuyos precedentes estarían en la *"Apostilla científica a 'Migajas filosóficas'"* de Kierkegaard y los comentarios de Marx a la *"Filosofía del derecho"* de Hegel.

El anarquismo epistemológico no es una filosofía con pretensiones de ser una verdad definitiva, sino más bien de ser una **medicina** para una epistemología que está enferma del racionalismo, y ha de ser curada ya que está perjudicando la ciencia.

El mito de la ciencia

Para Feyerabend se ha creado un mito en torno a la ciencia, y ante el cual la autoridad teórica de la ciencia debería ser mucho más pequeña de lo que se supone. Por otra parte, su autoridad **social** se ha hecho tan poderosa que es necesaria la interferencia política para compensar un desarrollo desequilibrado. Es recomendable **situar a la ciencia en su lugar**.

La ciencia es mucho más semejante al **mito** de lo que cualquier filosofía científica está dispuesta a reconocer, sus **diferencias se basan en objetivos más que en métodos**. Sólo es intrínsecamente superior para aquellos que ya han decidido en favor de cierta ideología. Porque, en efecto, una ciencia que insisten en poseer el único método correcto y lo únicos resultados aceptables es **ideología** (cientifismo) y debe separarse del estado y, en particular, del proceso de la educación, como ya en el pasado se separó la iglesia. Hay que **separar a la ciencia del estado**.

No es de temer que semejante separación conduzca al hundimiento de la tecnología. Siempre habrá individuos que prefieran ser científicos a ser los dueños de su destino.

La razón para el trato especial concedido a la ciencia se encuentra en un **cuento de hadas**: si la ciencia ha descubierto **un método** que transforma las ideas ideológicamente contaminada en teorías verdaderas y útiles, entonces es que, en realidad, la ciencia no es mera ideología, sino una medida objetiva de todas las ideología. Pero el cuento de hadas es falso. **No existe ningún método especial que garantice el éxito o lo haga probable**.

La ciencia en una sociedad libre

Todas estas ideas las desarrolla también en su libro *"Science in a free society"* (1978).

Feyerabend entiende por **sociedad libre** aquella en la que se conceden iguales derechos e igual posibilidad de acceso a la educación y a otras posiciones de poder **a todas las tradiciones culturales**. Esta definición difiere de la acostumbrada, según la cual una sociedad libre es aquella donde todos los **individuos** tienen igual derecho de acceso a posiciones **definidas por una determinada tradición**: la tradición de la ciencia occidental. Es decir, una sociedad en la que todas las culturas tendrían las mismas oportunidades de acceder a los centros de poder en igualdad de condiciones.

La cuestión entonces es saber dónde podríamos situar a la ciencia en una sociedad libre entendida de este modo. Para Feyerabend, no hay nada en la ciencia, ni en cualquier otra ideología que las haga intrínsecamente liberadoras. Las ideologías pueden deteriorarse y convertirse en religiones dogmáticas (por ejemplo, el marxismo). Empiezan a deteriorarse en el momento en el que alcanzan el éxito: su triunfo es su ruina. La evolución de la ciencia en los siglos XIX y XX, y en especial tras la segunda guerra mundial, es un buen ejemplo.

Una verdad que reina sin control ni equilibrio es un tirano que debe ser derrocado, y cualquier falsedad que nos ayude en su derrocamiento será bienvenida.

Esta afirmación, vista desde un punto de vista actual, sería casi una justificación de la post-verdad, una manera de derrocar una verdad que impera sin verdad. La intención de Feyerabend era la de que nunca hay que aceptar una teoría o verdad absoluta de manera dogmática, sino que hay que tener en cuenta rivales que pugnen por sustituirla y ayuden al progreso científico mostrando los posibles errores y fallos de la teoría establecida.

Ante este planteamiento cabe el preguntarse si ¿no hay una diferencia abismal entre la ciencia por un lado, y la religión, la magia y el mito por otro?. ¿No estriba la diferencia en el hecho de que la magia, la religión y el mito **tratan** de mantenerse en contacto con la realidad mientras que la ciencia **ha alcanzado el éxito** de tal empresa?.

Para Feyerabend, estas preguntas retóricas se basan tres supuestos discutibles:

- El **racionalismo científico es preferible a las tradiciones alternativas** a la hora de dar cuenta de la realidad (*lo cual no ha de ser obvio para cualquier persona de otra tradición cultural*).
- El **racionalismo científico no puede ser mejorado** por medio de una comparación y/o combinación **con las tradiciones alternativas** (*esto también es discutible, pues la ciencia también ha sido beneficiada por el contacto con otras culturas, como la medicina influenciada por las tradiciones de curanderos*).
- Se debe aceptar y hacer del **racionalismo la base de la sociedad y la educación**.

Ninguno de los dos primeros supuestos se corresponden con los hechos. Implica esto que **ninguna ideología, ninguna forma de vida es tan perfecta que no pueda mejorar algo cuando se la compare con las otras**.

Ahora bien, aunque supusiésemos como verdaderos estos dos primeros supuestos, ¿se sigue de ello que la ideología racionalista deba ser entonces impuesta a todo el mundo?. Parece más bien que hay que conceder a las tradiciones que dan sentido a la vida iguales derechos e igual acceso a los principales puestos de la sociedad **con independencia de los que las demás tradiciones piensen sobre ellas**.

- El **relativismo** consiste en darse cuenta de que nuestro punto de vista más querido puede convertirse en una más de las múltiples formas de organizar la vida, importante para quienes están educados en la correspondiente tradición, pero desprovisto de interés para los demás.
- Por desgracia, la **tolerancia** la entendemos muy limitadamente, ya que no se entiende como aceptación de la falsedad codo con codo con la verdad, sino como trato humanitario a quienes desgraciadamente están sumidos en la falsedad.

Debemos distinguir el relativismo político del relativismo filosófico:

- El **relativismo político** afirma que todas las tradiciones tienen iguales derechos para acceder a los centros de poder en una sociedad.
- El **relativismo filosófico** sostiene que todas las tradiciones, teorías e ideas son igualmente verdaderas o igualmente falsas, o – en una formulación más radical – que resulta aceptable cualquier asignación de valores de verdad a las tradiciones. No es este el relativismo que defiende Feyerabend.

Cuando el racionalista defiende la superioridad de la ciencia da por sentado los estándares que hacen de la ciencia algo valioso, pero no se para a pensar que esos estándares son precisamente los que otras tradiciones no aceptan. La supuesta superioridad de la ciencia se debe más a las presiones políticas y militares que a los argumentos. Sencillamente **la cultura científico-técnica era la cultura de los conquistadores**, y éstos la impusieron sobre otras culturas. La competencia entre ellas no fue igualitaria.

La ciencia es también una tradición particular y su hegemonía ha de ser revocada por medio de una discusión abierta. La opinión de los expertos es a menudo interesada y poco fiable y requiere un control exterior: hay que oírles y atenderles, pero no hay que concederles la categoría de verdad absoluta. Los científicos no saben a menudo de qué están hablando. Casi siempre dependen, y han de depender (a causa de la especialización), de chismes y rumores. Por ejemplo, **von Neumann y la teoría cuántica**, que supuestamente habría demostrado que no era posible una teoría cuántica con variables ocultas, y que fue aceptada sin discusión por el resto de científicos (apelando al principio de autoridad otorgado a von Neumann), sin embargo, unos años después David Bohm pudo establecer una teoría cuántica de variables ocultas sobre el electrón, que permitió desechar la no tan rigurosa demostración que había realizado von Neumann.

Sería irresponsable en una sociedad libre el aceptar el dictamen de los científicos sin ningún otro análisis, pero lo cual nos llevaría según Feyerabend a considerar lo siguiente:

- Comisiones de no especialistas debidamente elegidos deben examinar si la teoría de la evolución está realmente establecida; si los reactores nucleares son seguros; si la medicina científica es merecedora exclusiva de la autoridad teórica, del acceso a los fondos y de los “privilegios de mutilación” de los que actualmente disfruta o si, por el contrario, los métodos curativos no científicos resultan con frecuencia superiores.⁶
- Deben también examinar si los test psicológicos evalúan adecuadamente las mentes de las personas, deben entrar en el problema de las reformas penitenciarias,...

De este modo, **la última palabra no corresponderá a los expertos, sino a los más directos interesados.**

6 Suiza sometió a referéndum si la homeopatía debería incluirse en el servicio público de salud (salió SÍ)

Feyerabend defiende la necesidad de la participación de los profanos en decisiones fundamentales aun cuando esto supusiera una **reducción en la cuota de éxitos de las decisiones que se tomen**. Además, no es en absoluto evidente que dicha cuota fuese a descender.

Tampoco se puede basar esta pretendida superioridad en los **resultados** de la ciencia. Esto solamente constituye un argumento si se puede demostrar que:

- Jamás otra concepción ha producido nada comparable.
- Autonomía de resultados de la ciencia que no deben nada a agentes no científicos.

Si se realiza un análisis detallado de estos supuestos, ninguno lo superaría del todo.

La hegemonía actual de la ciencia no se debe a sus méritos, sino al **tinglado (show) que se ha montado a su favor**. Esto no significa que los adversarios derrotados carezcan de méritos ni que hayan dejado de ser capaces de ofrecer alguna aportación a nuestro conocimiento; significa únicamente que por el momento han quedado sin aliento.

Ejemplo de esto serían el atomismo griego, el heliocentrismo de Aristarco de Samos o la medicina tradicional china; que pese a pasarse miles de años en el cajón de las teorías descartadas, resultaron ser verdaderas o de influir muy positivamente en la ciencia actual.

Sobre el segundo punto (la no autonomía total de la ciencia en sí misma) también puede refutarse ya que **no hay una sola idea científica de importancia que no haya sido robada de alguna parte**. Así, mientras que la astronomía se benefició del pitagorismo y del amor platónico por los círculos, la medicina sacó partido del herbarismo, la psicología, la metafísica y la fisiología de brujas, comadronas, magos y boticarios ambulantes.

En consecuencia, necesitamos una filosofía que dé a los hombres el poder y la motivación para hacer una **ciencia más culta, en lugar de una ciencia súper eficaz**, súper verdadera, por un lado, pero tan bárbara por otro, que degrada al hombre. No es un enemigo de la ciencia, lo que realmente quiere es una ciencia más humana y que no sea una herramienta de explotación del ser humano y de degradación del medio ambiente.

El último Feyerabend matiza sus tesis relativistas y pluralistas:

- **Limita a las sociedades democráticas** su petición de que todas las tradiciones gocen de los mismos derechos y oportunidades de acceso al poder, absteniéndose de recomendar la exportación de la libertad a las sociedades "que están muy bien sin ellas",
- Afirma que la sugerencia de dejar en paz a las tradiciones es en un principio general inútil, porque **las tradiciones, por su propia naturaleza, intentan siempre ir más allá de sus fronteras** con ayuda a veces del poder militar, económico o espiritual, y consiguen frecuentemente imponerse sobre las culturas más débiles.
- **Las tradiciones nunca están bien definidas, sino que se entrecruzan unas con otras en redes mundiales.**

No obstante, Feyerabend propone que aquellas tradiciones que se vean a sí misma como tales y en las que los propios miembros marcan sus límites, deben ser vistas como poseedoras de un **valor intrínseco**. Esta recomendación no ha de ser entendida como un principio absoluto, pero la única justificación para dejarla de lado es histórica: sólo puede justificarse su abandono y, por tanto, el recurso a la fuerza, una vez que se haya examinado lo más a fondo posible la tradición que se va a atacar y se haya obtenido un conocimiento profundo y directo de ella.

En su biografía intelectual, *"Killing time"* (1994) escribe lo siguiente:

*"Considerando cuánto han aprendido unas culturas de otras y con qué ingenio han transformado los materiales reunidos de ese modo, he llegado a la conclusión de que **cada cultura es en potencia todas las culturas**, y que las características culturales especiales son manifestaciones intercambiables de **una sola naturaleza común**.*

Esta conclusión tiene consecuencias políticas importantes. Significa que las peculiaridades culturales no son sacrosantas. No existe una represión «culturalmente auténtica», ni un asesinato «culturalmente auténtico». Sólo hay represión y asesinato, y ambos deben ser tratados como tales, con determinación si es necesario.

El objetivismo y el relativismo no sólo son insostenibles como filosofías, sino que también son malas guías para una colaboración cultural fructífera."

La tesis de la inconmensurabilidad de las teorías

La inconmensurabilidad no es algo exclusivo de la Filosofía de la Ciencia, empleándose en la actualidad en otras áreas de la filosofía (como en filosofía de la cultura o en teoría política), aunque su génesis se encuentra en las obras de Kuhn y Feyerabend.

El término en sí es un tanto confuso, ya que ambos lo plantean con ciertas diferencias:

- La tesis de la inconmensurabilidad apareció formulada por primera vez en *"The structure of scientific revolutions"* de Kuhn y en el ensayo de Feyerabend *"Empiricism, Reduction and Experience"*, ambos publicados en 1962.
- Kuhn y Feyerabend emplearon el término con independencia el uno del otro, pero coincidiendo en lo sustancial.
- Feyerabend hacía de él un uso más restringido (lo aplicaba sólo al lenguaje, y no a los problemas, métodos y normas, como hacía Kuhn), a la vez que más radical (afectaba a todos los términos primitivos de teorías generales rivales, y no sólo a unos pocos).

En *"La estructura"*, Kuhn describe así la cuestión:

"Los paradigmas sucesivos nos dicen diferentes cosas sobre la población del universo y sobre el comportamiento de esta población. Pero los paradigmas difieren en algo más que en la sustancia, ya que se dirigen no sólo a la naturaleza, sino también de vuelta hacia la ciencia que los produjo. Son la fuente de los métodos, ámbito de problemas y normas de solución aceptados por una comunidad científica madura en un momento dado. Como resultado, la recepción de un nuevo paradigma hace necesaria a menudo una redefinición de la ciencia correspondiente. Algunos viejos problemas pueden ser relegados a otra ciencia o declarados como "no científicos" en absoluto. Otros que no existían previamente o que eran triviales pueden, con un nuevo paradigma, convertirse en arquetipos mismos del logro científico significativo. Y cuando los problemas cambian, lo hacen también frecuentemente las normas que distinguen las soluciones científicas reales de una mera especulación metafísica, un juego de palabras o un pasatiempo matemático. La tradición de ciencia normal que emerge de una revolución científica no sólo es incompatible, sino a menudo realmente inconmensurable con la tradición anterior..

A su vez Feyerabend afirmaba en el ensayo citado que toda teoría general nueva implica **cambios en la ontología y en el significado de los términos fundamentales del lenguaje**, tanto teórico como observacional, empleado por las teorías anteriores.

Puede decirse entonces que dos teorías son inconmensurables en el sentido de que los conceptos de una *"no pueden ser definidos sobre la base de los términos descriptivos primitivos de la segunda, ni conectados a través de un enunciado empírico correcto."*

Intentaba desmontar así dos principios que subyacían a la concepción neopositivista del progreso científico como reducción de teorías y que Feyerabend considera falsos: el **principio de deducibilidad o de consistencia** y del **principio de invariación del significado**. En contraste con esto, Feyerabend sostiene que las teorías universales rivales no son lógicamente interconectables, y que el significado de los términos científicos depende de la teoría en que se encuadran y cambia cuando cambia ésta.

Kuhn y Feyerabend basan la inconmensurabilidad en algunos principios comunes:

- En primer lugar, para ambos la sustitución de una gran teoría por otra es un proceso de tipo **revolucionario** que rompe con la situación cognitiva anterior y en el que no cabe hablar de acumulación de conocimientos. En ciencia se dan discontinuidades con rupturas epistémicas dentro del progreso científico revolucionario y en el que no cabe hablar de acumulación de verdades.
 - Implica que estos cambios de significado pueden ser muy profundos y presentar discontinuidades.
- En segundo lugar, ambos comparten una **concepción holista del significado**. El significado de un término vendría dado por el papel que desempeña en la teoría y por el sistema de relaciones conceptuales que establece con los demás. Un mismo término puede significar cosas diferentes en el contexto de teorías diferentes. Además, **el cambio de teoría no sólo implicaría un cambio en el significado de los términos, sino incluso en su referencia**.
 - Implica que el cambio de teorías conlleva un cambio en el significado de los términos empleados en la ciencia, incluidos los observacionales.
- Finalmente, ambos asumen la **carga teórica de la observación** (Hanson). No hay una base puramente observacional que sirva como fundamento neutral para dirimir disputas teóricas, no existe el "tribunal de la experiencia". Toda observación presupone la validez de una teoría.
 - Implica que no es posible acudir a la observación para poder mantener un terreno común en el que fundamentar la red de relaciones significativas entre los términos de una teoría; el cambio de teoría conlleva también un cambio en el significado de los términos observacionales y no sólo en el de los teóricos.

Kuhn toma el término **inconmensurabilidad** de las matemáticas:

- En geometría significa la inexistencia de una unidad común de medida con la que medir dos longitudes determinadas. Por ejemplo, la hipotenusa de un triángulo rectángulo isósceles es inconmensurable con sus lados y la longitud de un círculo es inconmensurable con la de su radio.
- Podemos tomar unidades de medida más precisas, y efectuar una comparación cada vez mejor, pero nunca será exacta; siempre quedará un resto que se escapa a la medida común.

Inconmensurabilidad de las teorías científicas

De un modo análogo a su significado matemático, la inconmensurabilidad de las teorías científicas vendría a decir que no hay una manera de medir con precisión dos paradigmas o grandes teorías de una manera neutral y precisa.

- La inconmensurabilidad de dos teorías **no significa** la mera **incompatibilidad lógica** entre ellas, aunque Kuhn dio pie a este malentendido. La incompatibilidad lógica presupone un lenguaje común: Una teoría hace afirmaciones que la otra niega.
- Por tanto, **dos teorías inconmensurables no son teorías que se contradicen**. Todo lo contrario, si se contradicen es que son conmensurables (pues se podría establecer una medida entre ambas).
- Tampoco debe confundirse la inconmensurabilidad con la **incomparabilidad** de teorías. Kuhn y Feyerabend insistieron repetidas veces en que **dos teorías inconmensurables son comparables en muchos sentidos** (aunque no se trate de los modos de comparación que tuviesen en mente los neopositivistas y Popper para establecer la superioridad de una teoría respecto a otra).
- Evidentemente, estamos hablando de **teorías rivales**. Dejamos de lado los casos triviales de inconmensurabilidad que pueden darse entre teorías que nada tienen que ver entre sí o que pertenecen a disciplinas distintas.

En un intento de aclarar su posición Kuhn escribe:

“Al aplicar el término de ‘inconmensurabilidad’ a las teorías pretendía únicamente insistir en que no existe ningún lenguaje común en el que ambas puedan ser completamente expresadas y que pueda ser usado en una comparación ‘punto por punto’ entre ellas”

Lo que se excluye es una comparación en un lenguaje neutral capaz de recoger sin distorsiones las consecuencias empíricas de ambas teorías.

- Inexistencia de un lenguaje común para comparar las teorías
- Imposibilidad de realizar la comparación ‘punto por punto’.

Aunque el que dos teorías no puedan ser comparadas ‘punto por punto’ no significa que no puedan ser comparadas en absoluto.

- Kuhn menciona cinco criterios para la comparación: **exactitud, coherencia, alcance, simplicidad y fecundidad**.
- Feyerabend habla de criterios formales, como la **coherencia**, la **capacidad predictiva** o la **economía**, y criterios no formales, como **concordancia con teorías más básicas o con principios metafísicos**. Aunque en otros lugares es más escéptico y habla sólo de juicios **estéticos**, juicios de **gusto** y **deseos subjetivos** (a lo cual añade que las cuestiones de gusto no están fuera del alcance de la argumentación). Lo que sí rechaza Feyerabend es la comparación de sus contenidos o de su grado de verosimilitud.

Ni para Kuhn ni para Feyerabend estos criterios pueden determinar la decisión de una u otra teoría. Son criterios con un inevitable componente subjetivo y que dejan un amplio margen a la hora de llegar al consenso. Kuhn cree que **funcionan como valores** que pueden entrar en conflicto entre sí y que pueden ser estimados o aplicados de diferente modo por diferentes científicos en diferentes circunstancias. Por eso, aun cuando dos científicos compartieran los mismos criterios, podrían llegar a distintas decisiones acerca de qué teoría es mejor.

En resumen, la inconmensurabilidad es la **imposibilidad de comparar de forma detallada, objetiva y neutral el contenido de las teorías en función de la evidencia empírica con el fin de determinar cuál es superior o más verdadera**. Cualquier juicio que se haga será deudor de los valores de la teoría desde el cual ha sido efectuado.

El énfasis en los aspectos subjetivos e idiosincrásicos suscita un problema no bien resuelto a juicio de algunos: **¿cómo es posible entonces el amplio consenso que se da en la ciencia?**. La realidad es que una vez una teoría científica triunfa, ésta instituye su punto de vista como el único aceptable y es lo que se toma (y se acepta por la comunidad) como el progreso.

Para Kuhn, la inconmensurabilidad presenta una **triple faceta: semántica, metodológica** (ausencia de normas comunes para juzgar paradigmas rivales) **y ontológica** (por el hecho de encontrarnos con diferentes mundos para diferentes teorías)

Dimensión semántica de la inconmensurabilidad

A partir de los 70 pondrá el énfasis en la faceta semántica:

- La inconmensurabilidad es una cuestión **semántica**, algo que afecta al vocabulario de las teorías. **No hay un lenguaje común en el que expresar teorías rivales**.
- Se equivocaban los neopositivistas al creer que existe un **lenguaje observacional** conectado directamente con la experiencia. No hay datos empíricos neutrales entre dos paradigmas porque precisamente son los paradigmas los que indican qué es lo que se está observando. Tampoco existe el **lenguaje básico popperiano**, que se impregna en buena medida de teoría, pero neutral en los aspectos esenciales con respecto a cualquier sistema teórico.
- La inexistencia de este lenguaje neutral es muestra del problema fundamental: **los lenguajes de ambas teorías son intraducibles entre sí**.
 - Cualquier traducción que se haga traicionará a alguna de las teorías, ya que será hecha desde el prisma de una de las dos teorías rivales y violará ciertos principios fundamentales asumidos por la otra (análogo a lo que se pierde semánticamente cuando se traduce de un idioma a otro).
 - La imposibilidad de una traducción neutral y sin pérdidas implica que tanto la reducción de teorías neopositivista como la comparación del grado de corroboración popperiano son concepciones erróneas del cambio de teoría.
 - El ejemplo de Kuhn para distinto significado es el del término **masa** en la mecánica de Newton y en la Teoría de la Relatividad de Einstein. Es habitual suponer que 'masa' tiene la misma referencia en ambas, sólo que la primera nos proporciona una aproximación bastante exacta de lo que sucede cuando los cuerpos se mueven a velocidades alejadas de la velocidad de la luz. Pero no hay que olvidar que **la masa newtoniana se conserva, mientras que la einsteiniana es transformable en energía**.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Asimismo, la masa newtoniana no se altera con la velocidad mientras que la einsteiniana sí lo hace. Afirmar que la masa newtoniana es la masa einsteiniana a velocidades pequeñas sería asumir que aquélla puede variar con la velocidad y eso es falso según la física de Newton.

El que no pueda hacerse una traducción formal entre paradigmas rivales **no hace imposible la comunicación** entre sus defensores.

Para Kuhn, el partidario de una teoría puede **aprender el lenguaje de la teoría rival** y entender a qué se refieren sus términos. A partir de entonces pensará también en ese nuevo lenguaje sin tener que traducirlo al propio.

"Un einsteiniano puede entender el concepto newtoniano de masa, pero lo que no puede es incorporarlo a la teoría que defiende".

A lo que se refiere Kuhn con esta intraducibilidad es que no se puede abordar esta diferencia de significados de una manera puramente racional, sino que al entender e integrar los nuevos significados con el cambio de teoría sería una experiencia más parecida a una **conversión** que a una prueba lógica.

Inconmensurabilidad local

En 1982 Kuhn (el *segundo Kuhn*) suaviza sus tesis sobre la intraducibilidad de los lenguajes de teorías rivales. En respuesta a las críticas puntualiza que lo que siempre tuvo en mente no fue una intraducibilidad radical, sino una **"inconmensurabilidad local"**.

Sólo algunos términos (los más importantes o centrales de la teoría) están afectados por el cambio de significado y por la intraducibilidad consiguiente; el resto, es decir, la mayoría, funciona de igual manera en ambas teorías.

"Los términos que preservan sus significados a través de un cambio de teoría proporcionan una base suficiente para la discusión de las diferencias, y para las comparaciones relevantes en la elección de las teorías. Proporciona incluso una base desde la que explorar los significados de los términos inconmensurables"

Esto suscita una nueva dificultad: **¿puede encajarse la inconmensurabilidad local con el holismo⁷ semántico y con la carga teórica de la observación?** Si aceptamos el holismo del significado, unos pocos términos no pueden cambiar sin afectar a los demás en la medida que sea. Una respuesta sería considerar que

"sólo se alteran aquellos términos que están directamente interconectados o vinculados, ya sea por pertenecer a un mismo grupo de contraste o por estar insertos en alguna generalización nómica."

Pero la coherencia de este "holismo local" es también un problema que permanece abierto en la filosofía de Kuhn.

Dimensión metodológica de la inconmensurabilidad

Un segundo aspecto de la inconmensurabilidad es el que se refiere al cambio en las **normas y valores** para la selección y evaluación de problemas. Es lo que se ha denominado **"inconmensurabilidad metodológica"** (o "axiológica").

Kuhn afirma que en el aprendizaje de un paradigma el científico adquiere a la vez teorías, métodos y normas. Por eso, el cambio de paradigma conlleva un cambio *"en los criterios para determinar la legitimidad tanto de los problemas como de las soluciones propuestas"*.

Este cambio en las normas de evaluación hará que los argumentos en favor de cada paradigma sean **circulares**, pues un paradigma satisfará sus propios criterios e incumplirá los de su rival. De ahí que, a diferencia de lo que sucedía en la ciencia normal, en las revoluciones científicas los argumentos y la apelación a la evidencia empírica ya no funcionan como pruebas, puesto que ha desaparecido el consenso acerca de cómo evaluarlos.

⁷ **Holismo:** doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

Recordemos que Kuhn admite la existencia de criterios para la evaluación de teorías rivales, sólo que éstos no funcionan como reglas, sino como valores, y pueden entrar en conflicto entre sí o ser aplicados de formas distintas. La inconmensurabilidad metodológica no consiste en negar tales criterios, sino en creer que *"no hay algoritmos neutros para la elección de teorías"*

Ahora bien, entre considerar que los criterios de evaluación de teorías no son algorítmicos y considerar que los argumentos a favor de un paradigma son circulares hay una amplia zona intermedia que Kuhn recorrió en sus trabajos posteriores a *"La estructura"*.

Dimensión ontológica de la inconmensurabilidad

En tercer lugar, la inconmensurabilidad tiene una dimensión **ontológica**. El mundo de un paradigma no puede armonizarse con el del otro. Los paradigmas rivales postulan entidades muy dispares. La ontología del mundo es muy diferente entre un paradigma y otro.

"Los proponentes de paradigmas en competencia practican sus investigaciones en mundos diferentes (...). Los dos grupos de científicos ven diferentes cosas cuando miran desde el mismo punto en la misma dirección" (Kuhn – 1970).

Aunque Feyerabend afirma que su idea de la inconmensurabilidad se limita a los aspectos semánticos, hay pasajes donde se expresa de modo parecido a Kuhn en lo que se refiere a una inconmensurabilidad ontológica:

"Dos teorías inconmensurables (...) se refieren a mundos distintos y (...) el cambio (de un mundo a otro) ha sido producido por un desplazamiento de una teoría a otra. (...) Apelamos a esta última clase de cambios cuando decimos que un cambio de principios universales ocasiona un cambio en la totalidad del mundo" (Feyerabend – 1982).

El hecho de que un cambio de teoría suponga un cambio de mundo es un aspecto de la inconmensurabilidad que resulta muy controvertido. Esta tesis fue adoptada de una manera directa por los **constructivistas sociales**⁸, donde para ellos la realidad sería aquello que los científicos han establecido que es la realidad. Kuhn siempre renegó de esta postura de los constructivistas, y más aún con la consideración de precursor de esta teoría que tenían de él.

Si dejamos de lado a los constructivistas sociales, no son muchos los filósofos y científicos que admitirían que un cambio de teoría, por profundo que sea, conlleve en sentido literal un cambio en el mundo. Esto sería volver a alguna forma de idealismo.

8 **Constructivismo social:** teoría que sugiere que el conocimiento científico no constituye un *corpus* neutro de datos independiente de las prácticas culturales y los valores, sino que se origina en el seno de la sociedad, con lo que ello conlleva. Por lo tanto, los datos y las prácticas de la ciencia son, o bien construcciones sociales en su totalidad (constructivismo duro) o bien lo son en parte (constructivismo blando).

El constructivismo social argumenta que no hay una realidad única y objetiva independiente de los individuos y de las sociedades en las que viven. En cambio, la realidad es el resultado de la interacción entre las personas, sus experiencias, sus conocimientos previos, sus valores y las normas sociales. Estos elementos influyen en cómo las personas perciben, interpretan y dan sentido al mundo que les rodea.

En la práctica, el constructivismo social se interesa por el trabajo en el laboratorio, las publicaciones científicas y los flujos de información en tanto qué procesos deben estudiarse desde una perspectiva sociológica y no sólo en términos puramente científicos.

Esta inconmensurabilidad ontológica y lo que quiso o no decir Kuhn con ella ha suscitado diferentes interpretaciones:

- **Hoyningen-Huene** interpreta estos cambios de mundo como **cambios en el mundo fenoménico** dándose una permanencia en el mundo nouménico o mundo-en-sí. No hay que olvidar que Kuhn se definió a sí mismo como un **kantiano post-darwinista** y que aceptó que tras nuestras representaciones hay un sustrato permanente e incognoscible. Dejando de lado los profundos problemas que plantean la aceptación de un mundo nouménico (un realista no aceptaría la inaccesibilidad epistémica, relación causal con el fenoménico,...) la cuestión es si un cambio de paradigma es suficiente para producir un cambio en el mundo fenoménico.
- **Alexander Bird** opina que no. el cambio de conceptos que lleva aparejado **el cambio de paradigma sólo conduce a un cambio en lo que la gente dice que ve y cree que ve, pero esto es una tesis vacía**: el cambio de creencias acerca de lo que hay conduce a un cambio acerca de lo que creemos que vemos.
- **Hacking y Sankey** interpretan que **lo que no cambia son los individuos, mientras que lo que cambia son las clases o taxonomías**.
- **Sharrock y Read** consideran que dicha idea **es una metáfora** y no debe suponerse que hay detrás ninguna tesis metafísica. Según ellos, lo que Kuhn quería decir es que después de una revolución **es como si la naturaleza hubiera cambiado**: antes de la revolución de los científicos hablaban de unas cosas y después hablan de otras. **El mundo no cambia después de una revolución, pero no es posible expresar de una manera neutral lo que cada uno ve**. El Sol no ha cambiado tras la revolución copernicana, pero si se dice que cuando se mira hacia él se ve una estrella, esta afirmación está comprometida con la teoría copernicana.

Kuhn “el relativista”

Los sentidos metodológico y ontológico de la inconmensurabilidad son los que le acarrearán a Kuhn que le acusen de **relativismo**.

La inconmensurabilidad metodológica, en particular, implica que **no hay instancia superior de juicio a la que recurrir por encima de los paradigmas**. No existe un “tribunal de la razón”, un “Método Científico” único, inamovible, suprahistórico y con validez universal al que acudir y que permita dirimir esta cuestión.

La valoración que se haga dependerá de la aceptación previa de un determinado paradigma y por lo tanto será una **valoración intraparadigmática**.

Inconmensurabilidad y taxonomía

A partir de los años 80 Kuhn introduce una nueva forma de explicar la inconmensurabilidad que le permite cualificar el sentido semántico de la misma, al tiempo que elimina cualquier interpretación demasiado radical a la que hubiera dado lugar su referencia a los cambios de mundo. Desde entonces la entiende como **cambios de taxonomía**, es decir, como el despliegue por una parte de teorías rivales de **categorías taxonómicas no homogéneas**, que se utilizan para la descripción del mundo de una manera diferente a la que se realiza en otro paradigma.

La diferencia entre la química del flogisto o la química después de Lavoisier, entre el sistema ptolemaico y copernicano, o entre la mecánica newtoniana y la relativista, sería que trabajan con taxonomías distintas y, por tanto, **clasifican el mundo de distinta manera, produciéndose una falta de solapamiento parcial entre dichas taxonomías**. Los conceptos de clase que constituyen las categorías taxonómicas cambian su significado tras una revolución:

- **Cambios de significado:** objetos que antes caían bajo un concepto después caen bajo otro: *'planeta' no significa lo mismo (no tiene la misma referencia) en el sistema ptolemaico y en el copernicano*.
- **Cambios en las propiedades que un concepto atribuye al mundo** en una taxonomía no es lo mismo que le atribuye en otra: *'masa' no significa lo mismo (no implica las mismas propiedades) en la mecánica de newton y en la de Einstein*.
- **Desaparición de conceptos:** como en el caso del *'éter'* o el *'flogisto'*.

Este cambio taxonómico está en la raíz de la intraducibilidad del lenguaje de las teorías inconmensurables. También está en la raíz de los *'cambios de mundo'*, porque las categorías taxonómicas son constitutivas en cierto sentido de las entidades que pueblan el mundo.

Frecuentemente, los cambios taxonómicos implicados en una revolución científica pueden dar lugar a algo más que a la aceptación de un nuevo paradigma: son capaces de generar disciplinas y especialidades completamente nuevas. En la presentación final que Kuhn realiza del núcleo de la tesis de la inconmensurabilidad en su último trabajo publicado en vida aparecen sintetizados los más importantes de los elementos mencionados:

"Si dos comunidades difieren en sus vocabularios conceptuales, sus miembros describirán el mundo de forma diferente y harán diferentes generalizaciones sobre él. A veces estas diferencias pueden resolverse importando los conceptos de una al vocabulario conceptual de la otra. Pero si los términos a importar son términos de clases que se solapan con otros términos de clase ya existentes, no será posible ninguna importación, al menos ninguna que permita a ambos términos retener su significado, su proyectabilidad, su estatus como términos de clase. Algunas de las clases que pueblan los mundos de las dos comunidades son entonces irreconciliablemente diferentes, y la diferencia no es ya entre descripciones, sino entre las poblaciones descritas. ¿Es inapropiado en tales circunstancias decir que los miembros de las dos comunidades viven en mundos diferentes?"

Ciertamente, y pese a los argumentos de Kuhn, un realista contestaría afirmativamente a esta pregunta de la cita, dependiendo de lo que entendiéramos por *'mundos diferentes'*. El realista distingue claramente entre un mundo independiente de los sujetos cognoscentes y el mundo tal como es recogido por un sistema conceptual o taxonómico, un lenguaje, un paradigma, etc.

Ilkka Niiniluoto, por ejemplo, sostiene que sólo puede decirse que las categorías taxonómicas son constitutivas de los objetos en el sentido de que el mundo independiente del sujeto no posee una estructura ontológica acabada y predeterminada, siendo, por tanto, la atribución de ontologías algo relativo siempre a una *L-estructura*, es decir, a un modo en que ese mundo es estructurado en un lenguaje *L*. Pero hecha tal distinción, el realista podrá decir que cualquier cambio en nuestras categorías taxonómicas será a lo sumo un cambio de *L-estructura*, pero no un cambio en el mundo.

Respuestas a la inconmensurabilidad

Nos limitaremos a aquellas que tienen un carácter filosófico, dejando de lado la acusación de que las tesis de la inconmensurabilidad no encaja con la historia de la ciencia:

Donald Davidson y el principio de caridad

Donald Davidson (1985) argumentó que la **idea de un esquema conceptual radicalmente inconmensurable, es decir, completamente intraducible a nuestro lenguaje, es incoherente**. No podemos llamar lenguaje a algo que no puede ser traducido a otros lenguajes.

No sale mejor parada la idea de una intraducibilidad parcial. Davidson argumentó que para poder traducir, si quiera parcialmente, un lenguaje distinto, hemos de suponer que compartimos con el hablante del otro lenguaje la mayor parte de las creencias, es decir, hemos de suponer que está en lo correcto en la mayor parte de los asuntos (**principio de caridad**). Si podemos traducir y entender parte de un lenguaje, podemos hacerlo con el resto.

La debilidad de esta réplica es que quizás no recoge fielmente la propuesta de Kuhn, ya que una cosa es poder interpretar un lenguaje y otra poder traducirlo fielmente. Por otro lado, que el principio de caridad puede llevar a negar la posibilidad de creencias erróneas.

Hilary Putnam y la teoría causal de la referencia

La crítica de Hilary Putnam se puede resumir en la idea de que el **cambio de significado no implica cambio de referencia**. Aunque el cambio de teoría llevara aparejado tal cambio de significado, los referentes de los términos empleados podrían seguir siendo los mismos. El término 'masa' puede tener significados diferentes en la teoría de Newton y en la de Einstein, pero eso no impide que se refieran a la misma propiedad de la materia, atribuyéndole, eso sí, características diferentes.

Para establecer tal cosa, Putnam se basa en la **teoría causal de la referencia**, según la cual la referencia no viene dada por una descripción del referente, sino por una historia causal que se inicia en el momento en que el término es introducido por primera vez en el vocabulario: el acto original de *bautismo* inicia una cadena causal de comunicación que es la responsable de que un término refiera como lo hace.

Dado que la referencia se mantiene, no tiene por qué haber problemas en la comparación entre teorías rivales. La referencia se mantiene aunque pueda haber cambios en el sentido (*sense*) de los términos.

Según Putnam, la tesis de la **inconmensurabilidad confunde concepto con concepción**. Dos conceptos puede ser traducibles aunque estén acompañado de diferentes concepciones sobre aquello a lo que se refieren. Las creencias que rodeaban el término 'electrón' cuando lo utilizaban Rutherford o Bohr no son las mismas que en la actualidad, pero hay partículas que encajan aproximadamente en la descripción que Rutherford o Bohr daban del electrón. Cambian sus atributos y nuestras creencias sobre el significado que le damos a dicho término, pero su referente se mantiene.

Basándose en el Principio de Caridad, Putnam postula un '**Principio de Beneficio de la Duda**' para concluir que esas partículas son las mismas a la que se refería Bohr. Este principio establece que

"cuando los hablantes especifican mediante una descripción un referente para un término que usan y, debido a creencias factuales erróneas que estos hablantes tienen, esta descripción falla al referir, debemos suponer que aceptarían reformu-

laciones razonables de su descripción” (Putnam – 1976)

Es decir, si Rutherford o Bohr viviesen hoy, harían una reformulación de sus teorías acerca del electrón.

El problema de esta réplica es que la teoría causal de la referencia parece **impedir el cambio de referencia a lo largo del tiempo**. Tampoco parece adecuada para dar cuenta de los **fracasos en la referencia, como en el caso del término flogisto o el del éter**:

- *¿cómo podemos entender un término que carece de referencia?*
- *¿cómo se bautizan entidades inobservables y géneros naturales?*

Por otro lado, **el Principio de Beneficio de la Duda es discutible** (mezcla de nuevo interpretación y traducción) **y parece presuponer la cuestión**.

Sin embargo, versiones más sofisticada (o híbridas) de la teoría causal de la referencia permiten resolver esta dificultad al admitir que **la referencia no queda completamente fijada en el acto de bautismo, sino que es necesario precisarla añadiendo alguna descripción**.

Por tanto, la referencia puede cambiar en algunos casos como consecuencia del uso posterior y de redescripciones radicales del término por parte de los expertos. Esto completaría la teoría causal de la referencia con una versión moderada de la teoría descriptivista de la referencia (**descriptivismo causal**).

Pero entonces, si se admite que la referencia puede cambiar, ¿no surge de nuevo el problema de la inconmensurabilidad?. Podría haber comparación entre teorías en la medida en que los referentes mantienen un solapamiento parcial (Sankey).

Laudan y la posibilidad de comparar teorías inconmensurables

Finalmente, **Laudan**(1977) ha sostenido que hay muchos rasgos de las teorías relevantes para su evaluación que son susceptibles de comparación sin necesidad de recurrir a una traducción entre sus enunciados (si bien Kuhn también aceptaba la posibilidad de poder realizar una comparación entre las características axiológicas de las teorías, lo aludía únicamente a los valores de dichas teoría, lo que no permitiría alcanzar una respuesta unívoca por parte de los científicos). Incluso suponiendo que es correcta la tesis de la carga teórica de la observación, que no hay un lenguaje observacional puro y sin implicaciones teóricas, la comparación objetiva entre teorías rivales resulta factible.

- En primer lugar, las teorías inconmensurables pueden ser comparadas en su **capacidad para resolver problemas**. A diferencia de lo que planteaba Kuhn, para Laudan si es posible que dos teorías rivales traten de resolver el mismo problema, mientras que para Kuhn todo dependía del paradigma bajo el que se plantee la solución de problemas. Es decir, se puede caracterizar el problema de parte neutral respecto a ambas teorías rivales, pese a que vaya acompañado por una carga teórica.
 - *Por ejemplo, calcular la órbita de Marte es el mismo problema ya se trate desde el paradigma ptolemaico o el copernicano.*
- En segundo lugar, Laudan cree que si esto no fuera posible, todavía quedaría sitio para una evaluación objetiva de sus méritos. Esa comparación tomaría como elementos de juicio el **número y la importancia de los problemas resueltos dentro de cada teoría**. Una vez que se ha determinado internamente el carácter progresivo de una serie de teorías dentro de un paradigma, podría compararse con el grado de progresividad que presenta el paradigma rival.

- No obstante, ha sido puesto en duda que la comparación de la capacidad para resolver sus propios problemas pueda decir algo obre los méritos de las teorías rivales. **¿Cómo determina de forma objetiva la importancia de los problemas resueltos por cada teoría?**

Consecuencias de la inconmensurabilidad

Los críticos de la inconmensurabilidad le han reprochado el ofrecer una imagen **irracionalista y relativista** de la ciencia:

- **Irracionalismo:** no existen criterios racionales / positivos (objetivos y atendidos en exclusiva al contenido de las teorías y a su relación con la evidencia empírica) para establecer la superioridad de una teoría sobre otra. Imposibilidad de apelar a un tribunal de la razón.
- **Relativismo:** las sucesivas teorías no pueden proporcionar un acercamiento progresivo a una pretendida verdad objetiva porque la verdad es, a lo sumo, una verdad intrateórica.

Para Feyerabend

Feyerabend no tendría reparos en aceptar esos calificativos.

- Afirmó que se han de utilizar **medios irracionales** para que las nuevas teorías sean aceptadas.
- Ve el cambio de teoría como la **persistencia en lo irracional** hasta que lo absurdo es lo suficientemente rico y regular para articular una nueva visión del mundo.
- Defendió un **relativismo** que concedía iguales derechos a todas las tradiciones, sin privilegiar la ciencia.
- Declaró que la ciencia era una **habilidad**, un arte, antes que una empresa que obedeciera normas racionales inalterables y buscara la **Verdad**. El discurso sobre la Verdad era para él un discurso ideológico construido por los intelectuales para sus intereses. La verdad sólo podía ser relativa a cada estilo de pensar, y la elección de un estilo de pensar depende de la situación histórica y social.

Para Kuhn

En el caso de **Kuhn**, estas críticas son más discutibles, sobre todo en lo que se refiere al irracionalismo. Kuhn protestó contra esa acusación, ya que él concibe su filosofía como un intento de **ampliar el concepto de racionalidad**, no de desterrarlo.

Según Kuhn, el que los científicos acudan a la persuasión más que a la demostración no los hace irracionales, porque la racionalidad **no se reduce** al uso de la **lógica**, y que es mucho más rica y compleja que los planteamientos de Popper o los neopositivistas. La elección de teorías no puede ser equiparada a una inferencia lógica: los criterios de evaluación, incluido el apoyo experimental, no determinan el juicio de los científicos; y los **factores externos** influyen también en él. Kuhn no cree que esto sea abrir la puerta a la irracionalidad o hacer de la elección de teorías algo caprichoso.

No obstante, hay motivos para pensar que Kuhn pretendía algo más radical que ensanchar nuestro concepto de racionalidad. No es fácil encajar un concepto de racionalidad, por

amplio que sea, la comparación de los cambios de paradigma con **cambios de Gestalt**⁹, ni la equiparación de las revoluciones científicas con las **revoluciones políticas**, en las que no hay *"norma superior al asentimiento de la comunidad pertinente"*.

- Kuhn a veces se expresó como si tras el cambio de teorías estuviese sólo la acción de **fuerzas sociales** sobre las comunidades científicas. Los **sociólogos de la ciencia** recientes son sus herederos bajo esta última interpretación.

Kuhn tiene razón al rechazar la identificación de la racionalidad con la posesión de **"algoritmos neutros para la elección de teorías"**. Identificación que él considera típica del neopositivismo y del popperianismo. En la medida en que uno quiera ver en la lógica inductiva o en los grados de corroboración y verosimilitud procedimientos algorítmicos para tomar decisiones inapelables sobre la superioridad de unas teorías sobre otras, habrá que conceder a Kuhn su inutilidad para tales propósitos. **Pero el rechazo de esos procedimientos no conduce inevitablemente a la aceptación de la inconmensurabilidad en su versión original.**

Si interpretamos las posiciones iniciales de Kuhn a la luz de las explicaciones posteriores, se disipa el desafío a la imagen tradicional de la ciencia que lanzaba la tesis de la inconmensurabilidad. Queda así la inconmensurabilidad reducida a señalar la existencia de **ciertos problemas puntuales de comunicación o desacuerdo en el seno de la comunidad científica que pueden ser resueltos de forma racional** (aunque nunca totalmente, ni algorítmicamente, ni a satisfacción de todos) con la ayuda del fondo mucho mayor de zonas de acuerdo y comunicación.

Por otra parte, ante la acusación de **relativismo**, Kuhn no protesta, únicamente puntualiza:

- No se considera relativista si se entiende por tal alguien que no cree en el progreso de la ciencia. Para él *"el desarrollo científico es, como la evolución biológica, unidireccional e irreversible"*.
- Pero no duda en calificarse a sí mismo de relativista en la medida en que niega que **ese progreso signifique que los cambios de teoría llevan cada vez más cerca de la verdad**. Las últimas teorías superan a las antiguas porque son **mejores instrumentos para descubrir y resolver enigmas**, no porque sean mejores representaciones de *"lo que realmente está ahí"*. No hace falta, pues, recurrir al concepto de verdad para dar razón al progreso.

Al final de *"La estructura de las revoluciones científicas"* escribe:

"El proceso de desarrollo descrito en este ensayo ha sido un proceso de evolución desde unos comienzos primitivos – un proceso cuyos estadios sucesivos están caracterizados por una comprensión cada vez más detallada y refinada de la naturaleza. Pero nada que se diga o que haya sido dicho lo convertirá en un proceso de evolución 'hacia algo'".

9 El término **Gestalt** proviene del alemán, fue introducido por primera vez por Christian von Ehrenfels y puede traducirse al español como "forma", "figura", "configuración" o "estructura".

La mente configura, gracias a ciertos principios descubiertos por esta misma corriente, los elementos que llegan a ella a través de los canales sensoriales (percepción) o de la memoria (pensamiento, inteligencia y resolución de problemas). En la experiencia que tiene la persona en su interacción con el medio ambiente, esta configuración tiene un carácter primario sobre los elementos que la conforman, y la suma de estos últimos no podría generar por sí sola la comprensión del funcionamiento mental. Este planteamiento se ilustra con el axioma que dice:

El todo es más que la suma de sus partes

Nos está diciendo que el proceso científico es en realidad un progreso que se juzga como tal, pues cuando se juzga en un momento y mirando hacia atrás, se ve que el progreso se ha dado objetivamente ya que vemos desde dónde hemos partido y a donde hemos llegado, pero no se ha alcanzado ninguna meta como tal.

Pero entonces, ¿en qué consiste el progreso científico?

- Kuhn lo cifra en que **el nuevo paradigma conserva una parte importante de la capacidad para resolver problemas del paradigma anterior y además resuelve algún problema extraordinario que éste no podía resolver.**

El problema con esta respuesta es que previamente había reconocido que lo que se considere un problema a resolver depende de cada paradigma (inconmensurabilidades metodológicas y ontológicas) y había puesto en duda que un recuento de problemas resueltos sirviera como criterio para decidir entre paradigmas.

Dada la importancia que Kuhn atribuye al progreso revolucionario se requiere una explicación de por qué tras las revoluciones científicas nos encontramos siempre con un progreso.

Sin embargo, lo que Kuhn nos dice es que no podría ser de otra manera, puesto que **la historia (y los libros de texto) la escribe siempre el bando vencedor.** Para ellos, obviamente la revolución ha significado un progreso y, una vez con el dominio de las instituciones educativas, contarán esa historia a los miembros jóvenes de la comunidad científica. Tras una revolución hay siempre percepción de progreso porque los científicos son **adocrinados** en tal sentido. Son, como el personaje de *"1984"* de Orwell víctimas de una historia reescrita por los que están en el poder.

Pero entonces ¿ha de tomarse en serio la anterior afirmación de que el progreso científico consiste en el aumento de la capacidad del nuevo paradigma para resolver problemas?, y en caso de tomársela en serio, ¿por qué los miembros de la comunidad científica no pueden percibir el progreso de ese modo?, ¿por qué es necesaria esta reescritura de la historia?.

Ni siquiera esa mayor capacidad para resolver problemas serviría como un índice de progreso, puesto que será juzgada de diferente manera por los partidarios de cada paradigma. Sólo la victoria de un paradigma por otros medios hace luego posible que se cuente la historia de que el nuevo paradigma tenía y tiene más capacidad para resolver problemas.

Pero, si esto es así, no hay ningún sentido en el que se pueda hablar de un progreso auténtico a través de la historia de la ciencia, ni siquiera de un progreso **desde** la ignorancia hasta una comprensión mejor de la naturaleza.

Decir que hemos progresado en nuestros conocimientos se convierte en sinónimo de decir que el paradigma que aceptamos actualmente ha vencido a los anteriores y que, desde él, todo lo anterior es visto como algo superado.

Conclusiones

Después del tiempo transcurrido y de las discusiones generadas algo parece claro: la inconmensurabilidad ha resultado ser un problema menos grave de lo que en principio pensaron tanto Kuhn como sus críticos, aunque, por ello mismo, menos desafiante para la Filosofía de la Ciencia anterior.

La interpretación radical resulta incoherente y llena de problemas, por lo que se impone una interpretación moderada de la inconmensurabilidad parcial, que el propio Kuhn defendió en obras posteriores a *"La estructura"*.

Como hemos visto, no implica necesariamente incomunicabilidad, ni incomparabilidad, ni imposibilidad de interpretación, ni ruptura de la racionalidad (al menos en la intención de Kuhn). Se limita a la **falta de solapamiento en ciertas categorías léxicas que impiden una traducción *neutral y sin pérdidas*** entre ellas. Pero esto no es nada que un buen traductor (junto a un buen historiador de la ciencia, como el Kuhn autor de *"The Copernican Revolution"* (1958)) no pueda solucionar con paráfrasis y glosas más o menos largas y más o menos partidarias, es decir, con interpretaciones. El problema, en última instancia, se localiza en unos pocos términos.

Al respecto, el filósofo británico Alexander Bird dice lo siguiente en su obra *"Kuhn's wrong turning"* (2002):

"Aunque Kuhn jugó un papel decisivo en hacer que la filosofía repudiara al empirismo lógico, a finales de los 70 la vanguardia de la filosofía había superado a Kuhn en esta dirección. Desde la perspectiva de la nueva teoría causal de la referencia y de las teorías causales y fiabilistas del conocimiento, la tesis de Kuhn de la inconmensurabilidad y su rechazo de un progreso asociado con la verdad se percibe como conservadora y positivista."

Los nuevos modelos racionalistas de cambio científico

Después de la publicación de *La estructura* 1962, filósofos racionalista intentaron recuperar una imagen del progreso científico que, tomando las aportaciones más valiosas de esta obra, especialmente su enfoque historicista de la ciencia, evitara las consecuencias que se seguían de la tesis de la inconmensurabilidad y las discontinuidades en periodos revolucionarios.

Imre Lakatos intentó una revisión del falsacionismo popperiano a la luz de las objeciones de Kuhn. El resultado fue el falsacionismo metodológico sofisticado. En él las teorías científicas se consideran integradas en unidades históricas más amplias denominadas 'programas de investigación científica'. Son esas series históricas de teorías y no las teorías individuales las que debían tomarse como elementos básicos de evaluación en el cambio científico.

Stephen Toulmin y **Larry Laudan** también elaboraron modelos de cambio científico que, al igual que el de Lakatos, pretendían mostrar que el cambio científico es un proceso racional, recogiendo al mismo tiempo algunas de las aportaciones de Kuhn.

La obra principal de Toulmin en este aspecto es *"La comprensión humana"*, de 1972, y la de Laudan es *"El progreso y sus problemas"*, de 1977.

Imre Lakatos: la metodología de los Programas de Investigación Científica

La estrategia de Lakatos ante el desafío lanzado por Kuhn y Feyerabend consistió en desarrollar una metodología racionalista que permitiera recoger las aportaciones más positivas de éstos, en especial la estrecha conexión que ambos autores habían establecido entre la Filosofía de la ciencia y la Historia de la ciencia.

Lakatos es, como dice Ian Hacking, un revisor de Popper que mira a Kuhn. Lakatos es un popperiano evidente (pese a que el propio Popper criticaba las propuestas de Lakatos, ya que decía que lo que Lakatos proponía, ya lo había dicho él; esto no era cierto del todo, pues lo que Lakatos hacía era extender y desarrollar los conceptos de Popper).

Para Lakatos **tiene razón Kuhn frente a Popper** en que:

- El cambio en la ciencia **no se produce por una lucha bilateral teoría-experimento**; no hay cambio sin la emergencia de una teoría rival → trilateral: **2 teorías y experimento**
- Los científicos no buscan ante todo la refutación de sus propias teorías, sino, al menos durante largos periodos buscan su confirmación.
- Los **científicos no se comportan de un modo dogmático e irracional** cuando ignoran los contraejemplos y los toman como anomalías o "casos recalcitrantes". El que ocurra este comportamiento es lo que cabe esperar en base a cómo se ha dado el desarrollo de la ciencia a lo largo de la historia.
- La unidad de evaluación del progreso no debe ser una teoría, sino una secuencia histórica de teorías interrelacionadas (**Programas de Investigación Científica**).

Pero se equivoca Kuhn frente a Popper al pensar que:

- El cambio científico **no obedece a criterios de evaluación racionales**.
- **No existe una demarcación entre ciencia y pseudociencia** (pese a que los hay que quieren creer que el paradigma que se desarrolla durante el periodo de ciencia normal es en sí un criterio de demarcación, y que sólo aquellas disciplinas con paradigma en dichos periodos son lo que consideraríamos como ciencia, aunque Kuhn nunca habló de esta concepción de demarcación, ni en la realidad esto sería así).
- La verdad no es una meta a la que tiendan las teorías en su desarrollo. Lakatos, como Popper, defiende la idea de verosimilitud como el objetivo al que tiende la ciencia.
- En la investigación real un solo paradigma consigue monopolizar por largos periodos.

El falsacionismo metodológico sofisticado

Lakatos, en su obra *“La falsación y la metodología de los programas de investigación científica”* para defender las ideas de Popper, establece lo que denomina como **falsacionismo metodológico sofisticado**, ya que para Lakatos hay dos tipos generales de falsacionismo:

Falsacionismo dogmático

Falsacionismo dogmático. Nunca fue defendido por el Popper real, sino por un Popper imaginario creado por sus críticos (Poppero). Considera la **base empírica como infalible**: la ciencia no puede probar concluyentemente una teoría (por el problema de la inducción), pero sí puede **refutarla concluyentemente**. La honestidad científica consistiría en adelantar un resultado experimental contrario a la teoría que, caso de producirse, llevaría al abandono definitivo de la misma.

Se basa en dos supuestos falsos y en un criterio de demarcación demasiado restringido:

1. Existe una **frontera natural** entre los **enunciados teóricos y los observacionales**.
 - Falso ya que no hay sensaciones que no estén impregnadas de expectativas teóricas. La psicología, la obra de Kant y la del propio Popper muestran que toda observación está cargada de expectativas teóricas y que la mente no es una tabula rasa
2. La **observación puede probar la verdad de los enunciados observacionales**.
 - Falso ya que el valor de la verdad de los llamados enunciados observacionales nunca puede ser establecido de forma lógica a partir de la experiencia.
3. **Sólo son científicas las teorías que pueden ser refutadas** (de manera concluyente) **por los hechos**.
 - No funciona, pues las teorías son tenaces frente a la evidencia empírica y siempre es posible protegerlas mediante diversas estrategias.
 - *“precisamente las teorías más admiradas no prohíben ningún acontecimiento observable”*. Si no prohíben ningún acontecimiento observable ¿cómo podrán ser falsadas alguna vez? La respuesta de Lakatos es que la falsación de tales teorías, de producirse, no se hará por un choque con los hechos, sino porque haya otra teoría mejor que pueda reemplazarlas. No son los hechos los que falsan a las teorías, sino otras teorías.

Falsacionismo metodológico

Falsacionismo metodológico. Se subdivide en dos especies **ingenuo** y **sofisticado**:

- **Falsacionismo metodológico ingenuo:** habría sido defendido por Popper entre las décadas de los 20 y lo 50 (Popper₁)
- **Falsacionismo metodológico sofisticado:** habría sido defendido parcialmente por Popper a partir de los 50 (Popper₂).

Es una clase de **convencionalismo**, y en eso difiere del dogmático. Además de no existir una separación tajante entre enunciados teóricos y observacionales. El valor de verdad de los enunciados básicos no puede ser probado por los hechos, sino que en algunos casos, se decide por acuerdo. A la hora de contrastar las teorías, los enunciados básicos de los que se sirven los científicos para efectuar la contrastación son considerados sólo como conocimiento no problemático aceptado tentativamente: *"el veredicto de los científicos experimentales suministra la lista de falsadores 'aceptados'"*.

- Para el falsacionista metodológico la falsación de una teoría no significa, como para el dogmático, la prueba de la falsedad de la misma. Una teoría falsada puede ser, sin embargo, correcta. De modo que el rechazo de una teoría falsada comporta siempre un riesgo, pues podemos estar abandonando una teoría correcta y aceptando una falsa.

También el criterio de demarcación resultante es más liberal que el falsacionismo dogmático. Según el nuevo criterio, son científicas aquellas teorías que tienen una "base empírica" (las comillas indican que ahora la base empírica no se considera probada por los hechos). Es decir, se consideran científicas las teorías susceptibles de ser falsadas no por los hechos, no por enunciados probados a partir de la experiencia, sino por enunciados básicos aceptados convencionalmente.

El falsacionismo metodológico ingenuo supone un avance con respecto al falsacionismo dogmático, pero presenta para Lakatos todavía notables **insuficiencias**.

- El destino de las teorías está en manos de decisiones afortunadas, y esto comporta un riesgo de extravío. Riesgo que para Lakatos es tan grande que urge reducir el elemento convencional.
- Además de esto, el falsacionismo ingenuo, como le ocurría también al dogmático, choca con lo que realmente ha sucedido y sucede en la ciencia, sobre todo con el hecho de que a veces los científicos se oponen a la falsación de una teoría a pesar de haber aceptado alguna evidencia en su contra
 - la contrastación es una confrontación bilateral entre teoría y experimento, cuando es al menos trilateral entre teorías rivales y experimento.
 - el único resultado interesante de esta confrontación es la falsación, sin embargo, para Lakatos y según se puede ver en la ciencia real es que algunos experimentos interesantes originaron una confirmación.

La superación del falsacionismo ingenuo habría sido ya iniciada por el propio Popper y la pretensión de Lakatos es llevarla a su culminación con el falsacionismo metodológico sofisticado.

Las diferencias entre el falsacionismo metodológico ingenuo y el sofisticado se dan tanto en las **reglas de aceptación** (criterio de demarcación) como en las **reglas de falsación o eliminación**.

- Para el falsacionista ingenuo cualquier teoría falsable es aceptable o científica. Para el falsacionista sofisticado una teoría es aceptable o científica sólo si tiene un exceso de contenido empírico con relación a la predecesora (aceptabilidad₁) y una parte de ese exceso de contenido resulta verificado (aceptabilidad₂).
- Para el falsacionista ingenuo una teoría queda falsada si se decide aceptar un enunciado básico en conflicto con ella.
- Para el falsacionista sofisticado, una teoría científica T queda falsada si y sólo si ha sido propuesta otra teoría T' que explica el éxito previo de T y posee un exceso de contenido empírico en relación a T que ha resultado corroborado al menos en parte.

Evaluación de los Programas de Investigación Científica (PIC)

El modelo de cambio científico que Lakatos propone como consecuencia de las tesis del falsacionismo sofisticado es bautizado por él mismo como '**metodología de los programas de investigación científica**'. Un programa de investigación científica es una **serie de teorías en desarrollo, relacionadas entre sí histórica y lógicamente, de modo que las últimas surgen de las precedentes**. Está constituido por tres componentes básicos:

- Un centro o **núcleo firme** (*hard core*) convencionalmente aceptado y delimitado, y considerado irrefutable provisionalmente. Está constituido por unos pocos postulados teóricos compartidos por las teorías sucesivas que conforman el programa de investigación. Lakatos llega a hablar en algún momento de un máximo de cinco postulados.
- Un **cinturón protector** (*protective belt*) de hipótesis auxiliares que son modificadas constantemente y abandonadas en caso de que sea necesario para proteger el núcleo de una posible falsación. Son ellas las que reciben el choque con los hechos y a las primeras que se atribuye la responsabilidad del mismo. Mientras que el núcleo duro permanece constante (o casi, ya que puede recibir supuestos añadidos), es el cinturón protector el que cambia con el tiempo.
- Una **heurística** o **conjunto de herramientas conceptuales y reglas metodológicas** con dos vertientes: positiva y negativa.
 - La **heurística negativa** dice qué cosas deben evitarse, e impide fundamentalmente que se aplique contra el núcleo el impacto de un conflicto con la experiencia, dirigiéndolo hacia el cinturón protector.
 - La **heurística positiva** es un conjunto de técnicas para solucionar y resolver problemas o, si se quiere, un conjunto de pistas sobre cómo cambiar o modificar el cinturón protector. La selección de problemas en un programa de investigación viene dada por la heurística positiva y no por las anomalías que éste pueda presentar. Sólo cuando se debilita la fuerza de la heurística positiva en una fase degenerativa del programa, se ocupan los científicos seriamente de las anomalías.

Ejemplo: El programa de investigación científica de la mecánica newtoniana, que surge con las leyes del movimiento de Newton y la ley de la gravedad, y que luego tiene un desarrollo más extenso incluyendo nuevas teorías, como el electromagnetismo o la termodinámica. En la física se va desarrollando todo un programa de investigación consecuencia de la expansión y desarrollo de los principios básicos de la mecánica newtoniana.

Su centro firme estaría formado por las tres leyes del movimiento más la ley de gravitación; el cinturón protector incluiría hipótesis auxiliares como la óptica geométrica, la

teoría newtoniana sobre la refracción atmosférica, la masa de los planetas, etc.; la heurística negativa sería el mandato de no tocar el centro firme, sino las hipótesis auxiliares, y la heurística positiva incluiría, entre otras cosas, el aparato matemático del programa (cálculo diferencial) junto con principios ontológicos tales como "esencialmente los planetas son superficies gravitatorias en rotación con una forma aproximadamente esférica"

Los programas de investigación científica no se abandonan porque resulten falsados en el sentido popperiano. Pueden abandonarse sin que haya habido una falsación previa y pueden mantenerse, como decía Kuhn, pese a contar con diversos ejemplos falsadores, con diversas anomalías. Todos los programas de investigación tienen anomalías. La falsación no es ni necesaria ni suficiente para que se produzca un cambio científico.

Para empezar, Lakatos coincide con Popper y Feyerabend en mirar con recelo la posibilidad que un programa de investigación consiga el monopolio y se convierta en una especie de cosmovisión científica. La "ciencia normal" de Kuhn debe ser desterrada. De hecho, rara vez ha sucedido que un programa de investigación domine de ese modo.

La historia de la ciencia ha sido y debe ser una historia de programas de investigación que compiten (o si se prefiere, de "paradigmas"), pero no ha sido ni debe convertirse en una sucesión de periodos de ciencia normal; cuanto antes comience la competencia tanto mejor para el progreso. El "pluralismo teórico" es mejor que el "monismo teórico"; sobre este tema Popper y Feyerabend tienen razón y Kuhn está equivocado.

Dada la competencia constante de los programas de investigación científica rivales, ¿cómo decidir cuándo uno ha superado a otro?. No lo pueden decidir los **experimentos cruciales** porque no existen. A lo sumo, un experimento crucial puede servir, dentro de un programa, para decidir entre dos versiones del mismo; no para decidir entre un programa y su rival. Para entender esto basta con recordar lo que ya hemos dicho acerca de la crítica de Lakatos contra el falsacionismo ingenuo. Los científicos tienden a considerar los "contraejemplos" como simples anomalías, y no abandonan un programa sólo por ellas, pues todos las presentan. Cuando el programa con el que el experimento entra en conflicto es por añadidura un programa joven y que está creciendo rápidamente, el experimento es ignorado sin más.

En realidad, los experimentos cruciales son títulos honoríficos que se les dan retrospectivamente a ciertos experimentos que fueron considerados en su día como simples anomalías pero que, con el transcurso del tiempo, el surgimiento de una teoría mejor, y el abandono de la teoría anterior, son vistos a una nueva luz y adquieren un rango superior;

Ejemplo: La conducta anómala del perihelio de Mercurio era conocida desde hacía décadas como una de las muchas dificultades no resueltas del programa de Newton, pero fue el hecho de que la teoría de Einstein la explicó mejor, lo que transformó a una anomalía vulgar en una 'refutación' brillante del programa de investigación de Newton.

El ejemplo típico que se suele poner de experimento crucial es el del experimento para demostrar la existencia del movimiento del éter de Michelson y Morley, ante cuyo fracaso se daría pie a refutar la física newtoniana en favor de la física relativista. Esto sin embargo es falso, ya que de ninguna manera se interpretó en ese momento como una refutación de la física de Newton, además de que en el momento en que se realizó (1887) aún no habían sido postulados los principios de Einstein sobre la relatividad. Siendo este carácter de relevancia, o crucialidad, del experimento una interpretación a posteriori del experimento.

Para evaluar los programas de investigación científica es necesario acudir al **carácter progresivo o regresivo** de los mismos. Si un programa explica de forma progresiva más hechos que otro programa rival, "supera" a este último, que puede ser considerado falsado (en sentido sofisticado). Las revoluciones científicas se producen porque si tenemos dos programas rivales, y uno de ellos progresa mientras el otro degenera, los científicos tienden a alinearse con el programa progresivo, y lo hacen por **razones objetivas**.

El programa progresivo es capaz de suscitar nuevos problemas y de desarrollar nuevos conceptos y teorías. Aunque sólo se pueda hacer con una perspectiva temporal a largo plazo, es posible determinar de forma objetiva si un programa de investigación es progresivo o regresivo frente a otro. Por lo tanto, según Lakatos,

"la historia de la ciencia refuta tanto a Popper como a Kuhn; cuando son examinados de cerca, resulta que tanto los experimentos cruciales popperianos como las revoluciones de Kuhn son mitos."

Ahora bien, puede transcurrir mucho tiempo antes de que un programa se haga empíricamente progresivo. Por eso se debe ser benévolo con los programas en desarrollo: debe existir una **"tolerancia metodológica"**.

Esto significa que **la racionalidad instantánea es imposible**. Es muy difícil decir cuándo un programa de investigación ha degenerado sin remisión; o cuándo uno de dos programas rivales ha conseguido una ventaja decisiva sobre el otro.

- Lakatos pone como ejemplo el programa atomista de los griegos Leucipo y Demócrito, que tras pasar por una fase degenerativa durante la edad media, se recupera (aunque ahora en base a las ideas de Dalton) durante el siglo XIX.

Sólo podemos juzgar sobre la racionalidad de un cambio científico cuando ya ha pasado tiempo suficiente. Por eso, es racional adherirse a un programa en regresión hasta que ha sido superado por otro rival, e incluso después.

El **falsacionismo sofisticado** consigue, según lo presenta Lakatos en su obra *"The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers Volume 1"* (1978), algo que Popper no consiguió: establecer una **conexión entre corroboración¹⁰ y verosimilitud¹¹**. Para ello postula un **"principio inductivo"** (que puede aceptar a diferencia de la negativa de Popper respecto a la inducción) que se fundamenta en la correlación existente entre el grado de corroboración y el grado de verosimilitud. Dicho principio sostiene que la corroboración creciente es un signo de verosimilitud creciente, o dicho de otra manera, que las contrastaciones que la teoría ha superado en el pasado son un indicio de su aptitud para sobrevivir en el futuro. Se trataría de un principio metafísico aceptado no de modo apriorístico, sino de modo conjetural y "sin creer en él". Ello permitiría evitar que la filosofía de Popper desembocara en el escepticismo y el anarquismo feyerabendiano.

El problema es que Lakatos asume un convencionalismo sobre la base empírica de la ciencia similar al de Popper que le cierra el paso a un inductivismo lo suficientemente fuerte como para poder justificar dicha conexión

10 **Grado de corroboración:** historial de éxitos de una teoría al resistir intentos de falsación de una teoría. Cuantos más intentos superados y más rigurosos hayan sido éstos, más corroborada será dicha teoría. Popper en ningún momento dice que dicho grado corresponda con la probabilidad de verdad de la teoría (por eso no tiene nada que ver con el grado de confirmación), puede ser falsada al día siguiente.

11 **Grado de verosimilitud:** en tanto las predicciones de una teoría se hayan ido cumpliendo satisfactoriamente en el pasado, se espera que las predicciones hechas en base a dicha teoría hacia el futuro se cumplan también, siendo así mayor su grado de verosimilitud.

Historia interna e historia externa

La metodología de los programas de investigación científica traza una demarcación peculiar entre historia interna e historia externa de la ciencia.

Estos dos conceptos tienen su origen en el debate historiográfico y ocuparon también un lugar importante en los análisis kuhnianos de la historia. En su trabajo de 1968 titulado "*Historia de la ciencia*", Kuhn había escrito que el enfoque interno de la ciencia se ocupa de ésta como conocimiento, centrándose en la relación entre las ideas científicas, y entre éstas y las ideas filosóficas y religiosas. Es una historia puramente intelectual donde lo que cuenta es el contenido de las teorías y los experimentos. En cambio, la historia externa se ocupa de los científicos como grupo social dentro de una cultura. Estudia las instituciones científicas, el sistema educativo, las relaciones entre la ciencia y la sociedad, entre la ciencia y la industria o la economía, entre la ciencia y el poder político,... Para Kuhn ambos enfoques son distintos y quizás no pueden ser integrados por completo; pero son enfoques complementarios. La historia interna es hasta ahora la que ha obtenido más éxito a causa del aislamiento cultural en el que trabajan los practicantes de una ciencia madura, pero sería erróneo pensar por ello que los aspectos esenciales del desarrollo científico pertenecen en exclusiva al enfoque interno. Hay muchos aspectos en los que los factores externos son decisivos. Los historiadores suelen adscribirse a uno de ambos enfoques. Así, el trabajo de Kuhn como historiador se encuadra dentro del enfoque internalista.

Sin embargo, para Lakatos:

- La **historia interna** es una historia de los aspectos estrictamente racionales de la ciencia, aquellos instantes históricos en que los científicos se comportaron de manera racional sin dejarse influir de factores externos: sociales, políticos, religiosos.... Es una **reconstrucción racional y normativa de la historia real de la ciencia**, y los cambios de teoría estarían únicamente basados en criterios metodológicos.
- Mientras que la **historia externa** es, por el contrario, la **historia empírica de los factores residuales no racionales**.

La historia interna selecciona los hechos y los interpreta metodológicamente, llegando incluso a ofrecer una versión radicalmente mejorada de lo que sucedió en realidad. Para la historia externa quedaría explicar los acontecimientos que no encajan en absoluto en esa reconstrucción racional, o aclarar cómo y por qué se desviaron de lo ofrecido por la reconstrucción racional los acontecimientos que lo hicieron. Lakatos afirma que un modo de indicar esta desviación es relatar la historia interna en el texto y aclarar en nota a pie de página los desajustes reales con la misma.

La historia interna es lo principal. La historia externa explica los acontecimientos en los que la historia real de la ciencia se desvía de su reconstrucción racional. Según Lakatos, la metodología de los programas de investigación científica es la que menos residuos no racionales deja a la historia externa. La visión del cambio científico es la que permite mostrar como racionales más episodios de la historia real de la ciencia. Esto puede servir como un criterio meta-metodológico para poner a prueba las distintas metodologías normativistas propuestas hasta el momento: el inductivismo, el convencionalismo, el falsacionismo metodológico y su propia metodología de los programas de investigación científica. Puesto que todas funcionan como "programas de investigación historiográficos" y efectúan una reconstrucción racional de la historia de la ciencia, será preferible aquélla que encaje mejor con la historia real de la ciencia, o sea, aquélla que deje menos episodios históricos por explicar racionalmente.

Lakatos argumenta que es la metodología de los programas de investigación científica la que mejor cumple con este requisito. Es ella la que menos residuos no-rationales deja a la historia externa, o lo que es igual, la que muestra como racionales más aspectos del desarrollo de la ciencia. Mucho de lo que para el inductivista, para el convencionalista o para el falsacionista popperiano es irracional (las influencias metafísicas en el primer caso, la elección una teoría cuando es discutible que sea más simple que sus rivales en el segundo caso, la permanencia de programas con anomalías en el tercero) es perfectamente racional para el defensor de la metodología de los programas de investigación científica.

El racionalismo del modelo de cambio científico de Lakatos

El modelo de cambio científico que propone Lakatos encaja en lo que Newton-Smith considera como modelo racional:

- Sería un **modelo racionalista** porque marca un **objetivo** de la ciencia (el que perseguirían los científicos) y que coincide con el de Popper de alcanzar teorías con cada vez **mejor corroboradas** y con un mayor grado de **verosimilitud**.
- Establece un **criterio racional de comparación**, consistente en el **carácter progresivo o regresivo** de los Programas de Investigación Científica (por complejo que pueda ser la aplicación de dicho criterio). A diferencia del modelo popperiano, este aumento en la corroboración no se entiende como el rigor cada vez mayor en los intentos de falsación que una teoría ha pasado con éxito, sino como la confirmación de los contenidos excedentes de los nuevos programas, es decir, como la mayor progresividad de dichos programas. Un programa cuyo exceso de contenido con respecto al anterior resulta confirmado es un programa progresivo. El criterio de evaluación y comparación de programas rivales es precisamente el carácter progresivo o regresivo de los mismos. Y es con ese criterio, basado en factores internos, con el que los científicos deciden aceptar o rechazar un programa, por mucho que la decisión pueda tomar un largo tiempo.

Críticas a los Programas de Investigación Científica

A pesar del esfuerzo de Lakatos por aunar en un todo coherente lo mejor del modelo popperiano y de las aportaciones del giro historicista, su modelo nunca gozó de una aceptación amplia por parte de los filósofos de la ciencia. Puede que en ello tuviera mucho que ver la prematura muerte de Lakatos, pero también el hecho de que su filosofía tendía a ser vista por unos y por otros, de forma seguramente injusta, como una mera ampliación y desarrollo de las propuestas originales realizadas por Popper, Kuhn o Feyerabend. Ello no quita para que tuviera una gran influencia puntual en algunos autores, como es el caso de Laudan y de Mark Blaug (en filosofía de la economía), o que su insistencia en la importancia de predicciones novedosas en la evaluación de los programas de investigación siga siendo uno de los tópicos centrales en la filosofía de la ciencia actual.

1. El modelo **carece de fuerza normativa**: cualquier cosa que hiciera un científico se vería como racional desde el punto de vista del modelo mientras se mantenga fiel a un programa de investigación, ya sea ceñirse a un programa puramente regresivo, o cambiar constantemente de programa. En realidad, **sólo un historiador posterior podría juzgar con el paso del tiempo la racionalidad de las prácticas y el programa científico que se han seguido**.

2. El modelo **no tiene en cuenta los criterios mediante los cuales efectuaron su evaluación de las teorías los científicos participantes en un cambio**, criterios que pueden ser distintos de los actuales. Laudan insiste en que las metodologías científicas van cambiando continuamente a lo largo de la historia igual que lo han hecho las teorías, por eso no tiene sentido juzgar desde el marco (o marcos) actuales las acciones efectuadas en el pasado, y habría que retrotraerse y situarse en su contexto y marco de actividad cuando se realizaron dichas teorías, de modo que podrían ser racionales en dicho contexto aunque resultasen aberrantemente irracionales hoy en día.
3. Es **imposible especificar medidas de contenido empírico para las teorías**, de modo que pueda compararse el de unas y el de otras, con lo cual la aplicabilidad de dicho criterio de progreso se desvanece. Esto es un problema que comparte con el modelo de Popper.
4. Subsiste el **problema de la conexión entre corroboración y verosimilitud**. Lakatos asume el salto inductivo, pero para Newton-Smith no existen garantías suficientes que permitan poder aferrarnos a él.
5. Dificultad para **encajar** en la filosofía de Lakatos **el elemento convencionalista con el realista**. Para Lakatos, el núcleo firme del programa de investigación se considera infalsable por convención, de modo que por un tiempo se da esta convención de infalsabilidad que sería incompatible con un marco realista.
6. La **distinción tajante entre historia interna y externa** y la identificación de la interna con la parte racional de la historia son insostenibles. Tanto histórica como epistemológicamente son bastante discutibles ambos conceptos.

El modelo de cambio evolutivo de Toulmin

El modelo de cambio científico propuesto por Stephen Toulmin (1922-2009), en su obra *"La comprensión humana"* (1972), se encuentra, como el de Lakatos, a medio camino entre el de Popper y el de Kuhn, pero por razones diferentes. Toulmin no es un falsacionista, como lo es Lakatos, y la influencia de Popper en su pensamiento fue considerablemente menor. Sus principales fuentes de inspiración son el segundo Wittgenstein y la biología evolucionista. Si se puede decir que está a medio camino entre Popper y Kuhn, más que al hecho de las influencias recibidas, se debe a que su modelo de cambio científico no llega a la vorágine de las revoluciones permanentes popperianas, con sus continuas postulaciones y falsaciones, ni tampoco se queda en la transitoria paz de la ciencia normal kuhniana, interrumpida cada cierto tiempo por una gran revolución.

El **modelo de Toulmin es un modelo evolutivo**; su tesis central es que no existen revoluciones en la ciencia, **el cambio científico es siempre gradual y escalonado**.

Decir, como hace Kuhn, que *"toda ciencia normal descansa sobre un dogma"* es sólo retórica, según Toulmin. No hay nada de dogmático, por ejemplo, en que entre 1700 y 1800 los científicos aceptaran la dinámica de Newton como base para su trabajo, dejando, como dejaron, siempre abierta la posibilidad de desafiar la autoridad de la misma. Del mismo modo, los científicos que trabajaron entre 1880 y 1930 no vivieron el cambio en la física como Kuhn lo presenta. No hubo colapso de la comunicación, ni hubo conversiones fulminantes, sino cambios razonados de opinión. Estos científicos, tanto los partidarios del viejo punto de vista como los del nuevo, compartían un mismo conjunto de criterios y reglas de

selección de las innovaciones que eran constitutivos de la ciencia en la que trabajaban. Además, el término 'revolución' puede ser un término descriptivo útil, pero carece ya de valor explicativo. Los historiadores hace tiempo que han reconocido que las revoluciones nunca son cambios radicales y completos, y que existen tras ellas muchos elementos de continuidad. Análogamente, entre el cambio normal y el cambio revolucionario en la ciencia sólo habría una diferencia de grado y, por tanto, este último exigiría una explicación más adecuada.

Toulmin cree que el Kuhn posterior a *"La estructura de las revoluciones científicas"* abandona de hecho las posiciones extremas mantenidas en un principio y estaría muy cercano al modelo evolutivo que él defiende. Las microrrevoluciones de las que habla el segundo Kuhn no son cambios absolutos, sino modificaciones conceptuales que difieren solo en grado. Esto hace que se esfume la distinción entre cambios normales y revolucionarios. La sucesión de frecuentes microrrevoluciones da como resultado un modelo evolutivo del cambio en la ciencia. Veamos, pues, como se concreta este modelo.

Para empezar, el cambio científico es racional, pero en el corazón de esta racionalidad no se encuentra la lógica, como han creído los filósofos de la ciencia. **Es necesaria una sustancial revisión del concepto de racionalidad.** Desde la antigüedad clásica el problema de la racionalidad ha sido entendido como el de la posibilidad de establecer un tribunal imparcial de la razón, lo que se interpretó como si se pidiera un sistema universal, inmutable y autorizado de ideas y creencias. La fuente de este sistema se localizó en la lógica y la geometría. Sin embargo, esta igualación entre racionalidad y logicidad hacía inevitable el choque con la historia y la antropología. El efecto desafortunado de todo ello es que, cuando en el siglo XIX se comprobó la diversidad de costumbres e ideas morales, pareció que había que tomar la salida opuesta: negar cualquier sistema universal de ideas y aceptar el relativismo.

Pero el relativismo y el absolutismo caen en el mismo error de dar por sentado justamente lo que se debía rechazar, que racionalidad se identifica con logicidad, que los criterios de racionalidad se igualan a las cuestiones concernientes a las características formales de los sistemas conceptuales. El absolutista (Frege, Russell, Círculo de Viena) identifica ambas cosas y busca los "principios eternos" de esa racionalidad. El relativista (Collingwood, segundo Wittgenstein) identifica también ambas cosas y cree, como el absolutista, que nuestros conceptos deben formar sistemas lógicos para ser racionales, pero al no descubrir principios eternos de racionalidad, concluye que cada sistema de conceptos obtiene su validez del contexto (histórico).

Ni uno ni otro pueden dar una explicación satisfactoria del cambio conceptual, o más precisamente, de las consideraciones racionales que justifican el paso de un conjunto de conceptos a su sucesor histórico. El absolutista cae en el uniformismo, mientras que el relativista ve revoluciones donde sólo hay cambio gradual.

La solución de este dilema ha de venir del reconocimiento de que, aunque sea legítima la exigencia racional de un punto de vista imparcial, al mismo tiempo ya no podemos afirmar que su garantía esté en principios inmutables y obligatorios. Dicho de otra manera, el absolutismo y el relativismo no son las únicas alternativas posibles; hay una intermedia que consiste en el rechazo de la identificación de racionalidad con logicidad.

Es importante también reconocer que

"las cuestiones de racionalidad conciernen no a las doctrinas intelectuales particulares [...], sino a las condiciones y la manera en que [se critican y modifican] esas doctrinas con el paso del tiempo".

No son las creencias las que son racionales, sino los criterios con los que las adoptamos y las cambiamos. **Es en el aspecto procedimental donde debe ponerse el énfasis de la racionalidad.** La razón es simple:

Los hombres demuestran su racionalidad, no ordenando sus conceptos y sus creencias en rígidas estructuras formales, sino por su disposición a responder a situaciones nuevas con espíritu abierto, reconociendo los defectos de sus procedimientos anteriores y superándolos.

Precisamente por ello, la jurisprudencia, como ya había defendido en su libro de 1958 *“Los usos de la argumentación”*, ofrece un mejor ejemplo de la racionalidad que la lógica formal. Los argumentos legales muestran un tipo de argumentación más amplio y rico que el de la lógica formal.

Ahora bien, si hemos de abandonar la idea de unos principios de racionalidad universales e inmutables, **¿cómo evitar entonces el relativismo?**, ¿cómo esquivar la conclusión de que no hay continuidad significativa entre los sucesivos sistemas de conceptos?, ¿cómo no ver rupturas radicales y revoluciones en el desarrollo conceptual?

- La conclusión de Kuhn fue que nada nos puede impedir ver las cosas de esa manera.
- Toulmin, por el contrario, cree que **no se producen discontinuidades radicales en el cambio científico.**

El tránsito de la física de Newton a la de Einstein, que suele ser citado como ejemplo de revolución científica, muestra, si se analiza correctamente, un panorama distinto al que Kuhn ofrece. Este cambio fue justificado por los científicos de una manera profusa.

Debemos enfrentar el hecho de que los cambios de paradigma nunca son tan completos como implica la definición totalista; de que los paradigmas rivales nunca equivalen realmente a visiones alternativas del mundo; y de que las discontinuidades intelectuales en el nivel teórico de la ciencia ocultan continuidades subyacentes en un nivel metodológico más profundo.

Para salvarnos del relativismo necesitamos, pues, una **teoría del cambio científico que proponga una explicación evolutiva y no revolucionaria del mismo**, una teoría que muestre cómo se transforman progresivamente las poblaciones conceptuales.

Una explicación así nos hará ver que aun cuando los principios y conceptos teóricos de una ciencia, sus leyes, sus teorías, pueden cambiar de manera discontinua, existen otros principios más generales, los principios disciplinarios, como, por ejemplo, *“todas las funciones fisiológicas deben ser explicadas en términos químicos”*, que definen los objetivos de una ciencia, dándole unidad, y que cambian más gradualmente. La existencia de estos mismos objetivos intelectuales permite discutir en términos racionales el paso de una teoría a otra.

Así, los conceptos teóricos de la física relativista de Einstein quizás sean incompatibles con los de las teorías clásicas de Newton, en [el] primer sentido; sin embargo, los defensores de las dos posiciones compartían suficientes fines disciplinarios para poder discutir, con un vocabulario inteligible para ambas partes, cuál de las dos teorías «realizaba mejor la tarea explicativa» para la física teórica.

Por tanto, y esta es una de las innovaciones principales de Toulmin, **el cambio científico debe entenderse en términos de cambio de conceptos e innovaciones conceptuales más que como cambio de proposiciones y de sistemas proposicionales.** Las ciencias no son sistemas lógicos de conceptos, sino poblaciones de conceptos en las que, a lo sumo, hay grupos localizados de sistematicidad lógica.

El cambio evolutivo de la ciencia

La expresión 'población conceptual' nos indica que el enfoque de Toulmin es evolutivo no sólo en el sentido de no ser revolucionario, sino también en el de presentarse en **analogía con las teorías biológicas de la evolución**. De lo que se trata es de explicar la evolución de las poblaciones conceptuales, del mismo modo que la teoría de Darwin pretendió explicar la evolución de las poblaciones de seres vivos. La analogía con la evolución biológica se manifiesta en varios aspectos:

- Al igual que las especies orgánicas mantienen cierta unidad a través de la evolución y, sin perder su carácter distintivo, pueden dar lugar a otras especies, así también **la ciencia está constituida por disciplinas que mantienen una continuidad reconocible** aunque puedan cambiar drásticamente. Toulmin caracteriza a las disciplinas científicas como "«entidades históricas» que, si bien no poseen ningún rasgo absolutamente inmutable, conservan suficiente unidad y continuidad para permanecer distintas y reconocibles de una época a otra"
- Al igual que la continuidad de las especies puede explicarse mediante un proceso de variación y perpetuación selectiva, así también **las continuidades y los cambios en las disciplinas científicas obedecen a un proceso en el que la continua emergencia de innovaciones intelectuales se equilibra con una fuerte selección crítica** que solo deja que unas pocas de esas innovaciones pasen a las siguientes generaciones.
- Al igual que las especies orgánicas necesitan ciertas condiciones para surgir y evolucionar (variaciones heredables, presión selectiva, foro de competencia), así también **el cambio conceptual exige inventiva para las innovaciones**, condiciones para mostrar las ventajas de las mismas y un foro de competencia donde sean examinadas críticamente.
- Al igual que las exigencias ecológicas de un medio determinan los requisitos que ha de satisfacer una especie para tener éxito evolutivo, así también hay una **"ecología intelectual"** en toda situación histórica y cultural que plantea unas exigencias que deben cumplir las novedades intelectuales que resultan seleccionadas.

Toulmin se plantea entonces la cuestión de qué es lo que da continuidad a las distintas fases evolutivas por las que pasa una disciplina científica, esto es, qué es lo que hay en una fase para que sea considerada como heredera de las anteriores; y encuentra ese elemento de continuidad en el conjunto de los problemas que son característicos de esa disciplina. No se trata de que los problemas no varíen con el tiempo.

Sí que lo hacen, pero es posible seguir los pasos de sus transformaciones y ver cómo unos van surgiendo de otros, cómo unos van generando otros y van conformando un **árbol genealógico**. La continuidad de teorías, modelos y conceptos en la ciencia es consecuencia de esta continuidad en los problemas, y es ella, junto con la comunidad de principios disciplinares, la que hace posible la comparabilidad racional de teorías rivales.

Ejemplo: Un buen ejemplo lo proporciona la situación de la física atómica entre 1900 y 1950. Las terminologías, los modelos teóricos y las ecuaciones fundamentales de la física atómica sufrieron varios cambios radicales durante este periodo, de modo que por 1930 el mismo Rutherford ya no podía concebir los átomos del modo que los discípulos de sus discípulos daban por sentado. Y aunque unos pocos términos teóricos permanecieron en uso a lo largo de los cincuenta años, no fueron éstos los responsables por sí solos de la existencia continua de la física atómica. En todo caso, apenas sobrevivieron las palabras;

los conceptos de 'electrón' y de 'núcleo' discutidos por Heisenberg y Dirac en la década de 1930, estaban muy lejos de ser lo que habían sido en las teorías de Thomson y Rutherford treinta años antes. [Hay que] buscar la continuidad de la física atómica en los problemas con que se enfrentaron generaciones sucesivas de físicos atómicos, y no debemos especificarlos tanto en términos de una sola o un solo grupo de cuestiones inmutables, sino más bien como una genealogía continua de problemas.

Tipos de problemas científicos

Los problemas científicos surgen de la **brecha** (*gap*) que existe **entre las capacidades explicativas corrientes y las que serían necesarias** para satisfacer los ideales explicativos reconocidos. La tarea de la ciencia consiste en reducir esa brecha. Toulmin lo resume en una ecuación:

$$\text{Problemas científicos} = \text{Ideales explicativos} - \text{Capacidades corrientes}$$

Los **problemas conceptuales** son los problemas científicos básicos (como veremos después Laudan les concede también una gran importancia), y éstos se diferencian de los problemas formales, así como de los problemas empíricos. Cada uno de estos tipos de problemas adopta la siguiente forma:

- **Problemas formales:** "Dado que los conceptos c_1, c_2, c_3, \dots , son adecuados para nuestras necesidades explicativas, ¿cómo podemos organizar mejor las *teorías y argumentos* en los que ellos figuran?".
- **Problemas empíricos:** "Dado que los conceptos c_1, c_2, c_3, \dots , son adecuados para nuestras necesidades explicativas, ¿cuál es *la verdad observada* con respecto a estos conceptos sobre la materia x, y, \dots ?"
- **Problemas conceptuales:** "Dado que los conceptos c_1, c_2, c_3, \dots , son inadecuados en algunos aspectos para las necesidades explicativas de esta disciplina, ¿cómo podemos modificarlos / extenderlos / restringirlos / cualificarlos para que nos proporcionen los medios para formular en este dominio cuestiones empíricas o matemáticas más fructíferas?". Los problemas conceptuales son, en realidad, **meta-problemas**.

Los problemas empíricos y los formales no ponen en duda la adecuación explicativa de nuestros conceptos, cosa que sí hacen los conceptuales. Los problemas empíricos nos llevan a extender los conceptos a nuevos casos, los problemas formales nos obligan a reorganizar nuestro simbolismo, pero los problemas conceptuales nos llevan a preguntarnos cómo modificar nuestros conceptos para adecuarlos a los casos recalcitrantes.

- Un ejemplo de **problema empírico**, según Toulmin, sería "*¿cuál es el calor específico del rutenio?*".
- Un ejemplo de **problema formal** sería el análisis que hace Newton en las dos primeras partes de los Principia para extraer las consecuencias lógicas de los conceptos que va a emplear en su física.
- Un ejemplo de **problema conceptual** sería el siguiente: "*dada nuestra comprensión fisiológica de los procesos corporales en un ser humano agonizante, ¿qué debemos entender por el término 'muerto'?*".

Elementos claves del cambio evolutivo: Factores internos y externos

Los dos elementos claves en el cambio evolutivo de la ciencia, como en la evolución biológica, son **la variación y la selección**. Estos dos elementos son puestos por Toulmin en relación con la distinción entre **factores internos** y **factores externos** intervinientes en el cambio. En su opinión, no debe establecerse un contraste demasiado fuerte entre lo externo y lo interno, sino que más bien debe hablarse de un elenco de cuestiones que implican mayoritariamente factores internos y otro que tiene más que ver con factores externos.

Las cuestiones relacionadas con factores predominantemente externos son las relativas al volumen y dirección de las variaciones intelectuales. En la esfera biológica, éstas se corresponderían con las cuestiones sobre la frecuencia de mutaciones en una población, determinada en gran medida por factores externos, como rayos cósmicos o sustancias mutagénicas. Son los factores externos los que mejor pueden contestar a las preguntas sobre qué oportunidades favorecen el desarrollo de las ideas heterodoxas, aunque los factores internos no se pueden descartar por completo. Factores externos, como las instituciones, la financiación, los intereses ideológicos, etc., son aquí decisivos, si bien también son relevantes factores internos, como *"la madurez del campo de estudio o su significado intrínseco para la disciplina a la que pertenece"*. En cambio, si queremos saber los factores que determinan cuáles de entre las variantes intelectuales son seleccionadas, es decir, si nos interesamos por los criterios de selección de innovaciones intelectuales, debemos acudir entonces a factores predominantemente internos, aunque se verán implicados factores externos en la medida en que estos criterios están sometidos ellos mismos a variaciones históricas.

Por ello, en lugar de la distinción interno-externo, Toulmin prefiere hablar de las **relaciones entre razones y causas en el desarrollo de la ciencia**. La pregunta acerca de por qué el *"Almagesto"* de Ptolomeo llegó a ser desplazado por el *"De Revolutionibus"* de Copérnico puede ser interpretada de dos formas.

- Puede ser interpretada en el sentido de *"¿qué sucesión de procesos temporales e influencias (causas) produjeron como efecto este desplazamiento?"*,
- También puede interpretarse como significando *"¿qué secuencia de investigaciones y logros intelectuales (razones) garantizaron este desplazamiento como resultado?"*.

Ambos enfoques, el causal y el racional, son complementarios, no contrapuestos. Un enfoque puramente causal será siempre "retrospectivo, diagnóstico, genealógico", mientras que un enfoque puramente racional será siempre "prospectivo, justificatorio, judicial". De nuevo se da aquí una similitud con la biología evolucionista. También en ella hay un enfoque genealógico en el que se plantea una pregunta como *"¿a partir de qué sucesión de precursores ha descendido esta especie?"* y un enfoque ecológico, en el que la pregunta relevante es *"¿mediante qué secuencia de adaptaciones ha adquirido esta especie su forma presente?"*. La historia racional de una disciplina está relacionada con cuestiones de "ecología intelectual".

Se puede decir que hay tres clases de cambios conceptuales, según predominen factores internos, externos, o no predomine ninguno de ellos.

- Cuando **predominan factores internos** el cambio se realiza deliberadamente y puede ser explicado recurriendo a las *razones justificativas empleadas por los científicos*.
- Cuando **predominan factores externos**, el cambio se produce como efecto "de la moda, el prejuicio o la inadvertencia", y sólo se puede explicar recurriendo a los científicos mismos, no a sus razones.

- Los **casos borrosos** ofrecen una mezcla de factores internos y externos, y su explicación puede oscilar entre términos racionales y términos causales.

Dado que la ciencia es básicamente una empresa racional, los casos del primer tipo y del tercer tipo son los más frecuentes. Si los casos del primer tipo son los racionales, los del segundo significan un fracaso de la racionalidad, y los del tercero reflejan los cambios en los criterios de la racionalidad. Este último punto es esencial.

Para Toulmin, **los criterios de selección de innovaciones intelectuales varían con el tiempo**, al igual que los conceptos y las teorías. Por eso, en los casos borrosos, donde se manifiestan tales cambios de criterios, los problemas y decisiones con los que se enfrentan los científicos presentan semejanzas con los problemas y decisiones judiciales cuando un tribunal constitucional interpreta el significado de una constitución en una nueva situación histórica. Como no hay norma superior a la que apelar, **la estrategia es recurrir a precedentes históricos** y comparar las alternativas a la luz de los mismos. Esto no quiere decir obviamente que deje de imperar la racionalidad, sino que es usada una argumentación racional distinta de la argumentación lógico-formal. Puede verse tal circunstancia en la disputa entre los partidarios de la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica y sus críticos. En lugar de acudir a argumentos lógico-formales, sus razones se parecieron más a admoniciones basadas en la historia, como *"no cometes el error que cometió William Prout al intentar ir más allá de la teoría atómica de Dalton tan pronto como en 1815"*, o como *"no olvides cómo Pierre Duhem hizo el tonto al rechazar las ideas de J. J. Thomson sobre la estructura subatómica"*.

En estos casos borrosos en los que el cambio conceptual va acompañado de un cambio en los criterios racionales de selección, la última palabra la tienen los científicos con experiencia. No hay reglas fijas para tomar una decisión, pero los criterios no son subjetivos, sino que se fundamentan en la experiencia acumulada históricamente. Incluso aunque las diferentes propuestas de nuevos desarrollos estratégicos de una disciplina puedan ser producto de un juicio individual, el éxito o el fracaso de cada una de ellas no dependen de consideraciones personales, sino de sus consecuencias prácticas. Parece claro además que dichas propuestas no se formulan para satisfacer los gustos o los prejuicios del científico particular, sino para algo mucho más objetivo: mejorar nuestra comprensión de la naturaleza. Y, aunque por falta de procedimientos formales las decisiones finales deben ser tomadas por "jueces" científicos autorizados, los juicios versan sobre problemas totalmente objetivos.

El objetivo de la ciencia según Toulmin

El **objetivo de la ciencia** consiste para Toulmin en el **mejoramiento de nuestra comprensión del mundo**, como acabamos de mencionar. Se trata de desarrollar conceptos y procedimientos explicativos cada vez más poderosos que permitan disminuir la brecha entre los ideales explicativos y las capacidades actuales, no de acumular proposiciones o sistemas proposicionales verdaderos. El cambio científico debería ser descrito como **"crítica y mejora de la comprensión"** en lugar de como *"crítica y aumento del conocimiento"*

Lo fundamental en el desarrollo de la ciencia es que las nuevas variantes conceptuales mejoren el poder explicativo de sus rivales. Lo importante **para averiguar si hay o no progreso no es si tal concepto o sistema de conceptos es más verdadero, sino si mejora el poder explicativo** (tiene más alcance, exactitud, capacidad integradora, etc.).

→ Toulmin es, por tanto, un **instrumentalista**.

"Cuanto más estrictamente teórico es un enunciado su pertinencia empírica es tanto más un asunto de aplicabilidad, no de verdad".

Ya en 1953, en *"The Philosophy of Science"*, había caracterizado a las teorías como mapas de una determinada región de la realidad que pueden ser más o menos exhaustivos o completos, pero no verdaderos.

Dos décadas después es más explícito al respecto:

En realidad, en las discusiones estrictamente teóricas, los científicos raramente usan las palabras 'verdadero' o 'falso'; el problema operativo es establecer en qué tipo de situación empírica y en qué condiciones una teoría particular-con todos sus conceptos y técnicas de representación asociados- servirá a los fines explicativos para los que fue introducida. (La cuestión operativa acerca de la óptica geométrica, por ejemplo, es: «¿en qué condiciones y con qué grado de exactitud se aplica el principio de la propagación rectilínea de los fenómenos ópticos reales?». No se plantea la sencilla pregunta: «¿es verdad que la luz se propaga en línea recta?»).

En definitiva, **el modelo de Toulmin es un modelo racional del cambio científico**, tal como estamos entendiendo aquí ese tipo de modelos, siguiendo a Newton-Smith.

- Propone un **objetivo para la ciencia** que es la **mejora de nuestra comprensión del mundo** mediante la variación conceptual y la selección de variantes.
- Sostiene asimismo que los **criterios de selección**, basados en el **poder explicativo de las poblaciones conceptuales** y en su capacidad para resolver problemas permiten comparar racionalmente las teorías para ver cuál se aproxima más a ese objetivo.

Ello no impide que la idea que se tenga de lo que pueda acercarnos más al objetivo varíe con el tiempo en función de la experiencia acumulada acerca de las mejores estrategias racionales para la resolución de problemas, dándose lugar entonces a un cambio en los criterios.

Y es que la racionalidad tiene un ineludible componente histórico:

A medida que nuestra experiencia se acumula, nuestras ideas acerca de las estrategias y los procedimientos racionales para abordar los problemas de cualquier campo son siempre posibles de reconsideración revisión y refinamiento [...]. La carga de la «racionalidad», pues, consiste en la obligación fundamental de continuar reevaluando nuestras estrategias a la luz de nuevas experiencias,

Críticas al modelo de Toulmin

El modelo de Toulmin recibió críticas diversas, fundamentalmente desde posiciones racionalistas fuertes y desde posiciones realistas. Si dejamos de lado las críticas realistas a su instrumentalismo, los reproches más repetidos cayeron sobre su noción de racionalidad. De forma muy resumida, éstas fueron las principales objeciones:

- La **identificación de la lógica con la racionalidad nunca se ha dado como Toulmin proclama**. Se está creando un hombre de paja con la crítica a esta identificación, o luchando a lo sumo contra una imagen errónea del neopositivismo.
- La afirmación de que **la racionalidad está mejor representada por la jurisprudencia que por la lógica es gratuita**. Los juicios de un tribunal no son garantizadamente racionales. Por lo mismo, la apelación a precedentes históricos para resolver las disputas en los casos borrosos no garantiza que se encuentre una solución correcta.

- **Sustituir la lógica por el juicio de los expertos es caer en el elitismo.** Lakatos llega a comparar a esos jueces expertos con una especie de "policía del pensamiento", aunque luego modula su crítica y afirma que Toulmin dismantela esa policía del pensamiento a costa de recurrir a una "astucia de la razón" hegeliana que hace que cualquier cambio signifique progreso.
- Toulmin **no explica adecuadamente por qué el cambio de criterios de selección garantiza el progreso.** ¿No es posible acaso un cambio regresivo en los criterios de evaluación? ¿Qué asegura, si los criterios cambian, que las teorías que sobrevivan a los nuevos criterios nos acercan más al objetivo de la mejora de la comprensión?
- **Tomar los conceptos como unidad del cambio científico es ignorar lo que muestra la historia de la ciencia:** que lo que cambia y se evalúa son fundamentalmente las teorías.

Larry Laudan: racionalidad sin búsqueda de la verdad

Laudan ofrece un modelo racionalista que intenta responder a las críticas recibidas por los modelos neopositivistas y el de Popper, pero acepta la necesidad de establecer algunos cambios para mantener la racionalidad del cambio científico: **renunciar a la búsqueda de la verdad o de la verosimilitud como meta de la ciencia.**

Larry Laudan sostiene que los estudios históricos sobre la ciencia han puesto de relieve una serie de características, ya bien establecidas, del progreso científico y que cualquier modelo normativo de racionalidad científica que pretenda alguna plausibilidad debe dar cuenta de las mismas. Son éstas:

1. Las transiciones de teorías son generalmente **no-acumulativas**.
2. Las teorías **no se rechazan por tener anomalías ni se aceptan por ser confirmadas**.
3. Las **cuestiones conceptuales** son muy importantes en los cambios de teorías.
4. Los principios específicos de racionalidad científica no son permanentes, sino que han cambiado con el tiempo.
5. La gama de **actitudes cognitivas** no se reduce a aceptar o rechazar una teoría, sino que incluye también proseguir, mantener, etc.
6. Existe una variedad de **niveles de generalidad** en la ciencia que va **desde las leyes a los marcos conceptuales**.
7. Es **imposible caracterizar el progreso científico como un mayor acercamiento a la verdad**
8. La **coexistencia de teorías rivales es la regla y no la excepción**, de modo que la evaluación de teorías es un asunto comparativo.

Estos ocho puntos, recojan o no lo que puede decirse con seguridad desde la historia de la ciencia, lo que sí recogen son tesis fundamentales de Kuhn, Lakatos y de otros promotores del giro historicista en filosofía de la ciencia. Aunque no todos coincidirían en todas ellas.

- Lakatos rechazaría la tesis (4) y la (7) y Kuhn la (8).
- La (3) y la (5) son presentadas por Laudan como tesis no reconocidas claramente en modelos anteriores, lo cual es, ciertamente, una exageración.

Estas ocho tesis nos dan un buen resumen de las líneas maestras del modelo de cambio científico que propone el propio Laudan.

Siguiendo a **Kuhn**, con su noción de **paradigma**, y a **Lakatos**, con sus **programas de investigación**, Laudan considera que las unidades de evaluación acerca del progreso científico deben ser **las tradiciones de investigación**,

Tradiciones de investigación y racionalidad científica

El término '**teoría**' es empleado por filósofos y científicos, según Laudan, con dos significados diferentes. Por un lado se tiene la siguiente definición, que aporta un sentido más restringido y es el más habitual del término:

"Una teoría es un conjunto muy específico de doctrinas relacionadas (..) que se pueden utilizar para llevar a cabo predicciones experimentales específicas y para proporcionar explicaciones detalladas de los fenómenos naturales".

'Teoría' puede designar también conjuntos de doctrinas más generales y menos corroborantes empíricamente debido a que no dan lugar a predicciones concretas. En estos casos nos referimos más bien a una **familia de teorías relacionadas histórica y conceptualmente**, aunque no necesariamente consistentes, puesto que algunas serán rivales entre sí. Laudan reserva para ellos el nombre de '**tradiciones de investigación**', y considera (en concordancia con Kuhn y Lakatos) que son ellas y no las teorías específicas las unidades de análisis que permiten comprender mejor cómo se produce el progreso en la ciencia.

Ejemplos de ellas el aristotelismo, el cartesianismo, el newtonismo, la teoría de la evolución, la química del flogisto, la teoría atómica de la materia, la teoría electromagnética de la luz, la psicología freudiana, el conductismo y el mecanicismo biológico. Los científicos también emplean la palabra 'teoría' para referirse a ellas, pero a diferencia de las teorías específicas, no son directamente contrastables, ya que, además de incluir elementos normativos, son más generales, y por sí mismas no dan lugar a predicciones concretas. Sin embargo, la caracterización del progreso científico que efectúan Kuhn y Lakatos adolece, según Laudan, de varias deficiencias.

Características de las tradiciones de investigación

Las teorías que integran y ejemplifican las tradiciones de investigación tienen al menos dos **ingredientes en común** (que Laudan define como "un conjunto de 'síes' y 'noes' ontológicos y epistemológicos);

- Un conjunto de **creencias ontológicas** generales acerca de qué tipo de entidades y procesos constituyen el **dominio de investigación**. Qué cosas existen y qué cosas no pueden existir.
- Un conjunto de **normas epistémicas y metodológicas** acerca de cómo realizar la investigación en ese dominio.

El éxito de las tradiciones de investigación viene dado por el éxito de sus teorías componentes para resolver problemas empíricos y conceptuales. Pero tampoco en ellas el éxito prueba su verdad o su falsedad.

Por otro lado, las tradiciones de investigación cumplen las siguientes **funciones principales**:

- **Señalan** qué **supuestos** pueden ser considerados como '**conocimiento de fondo**' no sujeto a discusión (se asemeja al '**núcleo firme**' de Lakatos).
- **Ayudan a identificar** qué **partes de una teoría** se encuentran **en dificultades** y deben ser modificadas (similar a la '**heurística negativa**' de Lakatos).
- **Establecen reglas** para la **recogida de datos** y la **puesta a prueba** de teorías (de nuevo la '**heurística**').
- **Plantean problemas conceptuales** a toda teoría que, dentro de ella, viole sus postulados ontológicos y epistemológicos.

Por otra parte, los supuestos ontológicos y metodológicos que constituyen una tradición de investigación cumplen una función heurística análoga a la heurística positiva de Lakatos. Proporcionan herramientas y estrategias para desarrollar teorías, o para modificarlas en caso necesario, y permiten delimitar un ámbito de problemas legítimos, señalando dentro de él cuáles son prioritarios.

Finalmente, los postulados ontológicos y metodológicos de una tradición de investigación delimitan qué tipos de teorías se pueden desarrollar dentro de ella, excluyendo por anticipado a las que entren en conflicto con dichos postulados, o bien señalando la existencia de un problema conceptual debido a dicha incompatibilidad.

Las tradiciones de investigación se **evalúan** en función del **éxito de sus teorías constituyentes** para alcanzar los objetivos cognitivos de la ciencia. Los modelos racionalistas anteriores centraron estos objetivos en el logro de teorías con un grado creciente de confirmación o con un grado creciente de verosimilitud. Laudan sostiene que dichos modelos han fracasado en su intento de explicar el progreso científico, dado que, al no encajar con la práctica real en la ciencia, terminan por dar la impresión de que la ciencia es en el fondo mucho más irracional de lo que se cree. La **verdad o la verosimilitud en especial son metas utópicas**, puesto que ni siquiera tenemos modo alguno de saber si las estamos alcanzando.

El fracaso de dichos modelos metodológicos obliga al racionalista a buscar una explicación del progreso científico tomando otros objetivos como referencia. En otras palabras,

- Si queremos mantener una visión racional del modo en que los científicos deciden cambiar sus teorías, hemos de **renunciar a explicar este cambio viéndolo como un progreso hacia la verdad o hacia teorías cada vez más probables**. El precio a pagar por evitar el irracionalismo de Kuhn y Feyerabend sería, por tanto, reconocer con ellos que ni la probabilidad ni la verdad han sido o son metas de la ciencia.
- En su lugar Laudan propone que consideremos como **objetivo principal de la ciencia** algo mucho más modesto y sobre lo cual sí cabe hacer una estimación para ver en qué medida lo vamos alcanzando. Dicho objetivo es el **logro de teorías con una gran capacidad para resolver problemas con eficacia**. Con ello Laudan no está afirmando que éste sea el único objetivo de la ciencia.

Su postura en este asunto es pluralista:

- **La ciencia tiene fines diversos y cambiantes a lo largo de la historia.**
- Pero cree que si contemplamos el progreso científico de esta manera, como el hecho de que las nuevas teorías resuelven más problemas que sus predecesoras, podremos alcanzar una imagen mucho más satisfactoria que las ofrecidas hasta ahora de la racionalidad de las decisiones de los científicos.

La ciencia como actividad de resolución de problemas

Laudan se esfuerza por mostrar que **la verdad no es una meta que deba proponerse la ciencia** y que la marcha de la investigación científica puede ser perfectamente explicada sin recurrir a ella. No se descarta la posibilidad de que las teorías científicas sean verdaderas o de que se acerquen cada vez más a la verdad; pero no poseemos ningún modo de saber si eso ocurre y, por lo tanto, verdad y verosimilitud no serían sino **metas utópicas**.

Laudan propone sustituir tales metas trascendentales, acerca de cuya consecución no cabe establecer una estimación objetiva de progreso, por una meta inmanente y alcanzable: el logro de teorías con una elevada **efectividad en la resolución de problemas**. La ciencia ha de ser entendida como una actividad de resolución de problemas (Kuhn cifraba igualmente el progreso científico en el hecho de que los nuevos paradigmas resuelven más y mejores problemas que sus predecesores; también está la tesis popperiana de que la investigación científica no comienza con observaciones sino con problemas que reclaman una solución tentativa). La diferencia principal entre Laudan y Kuhn en este asunto estaría en que, mientras que para éste último el peso y la importancia que los partidarios de paradigmas rivales atribuyen a los problemas científicos puede ser muy diferente, y no cabe al respecto un procedimiento neutral de decisión, para Laudan es posible dar razones objetivas en favor de la mayor importancia epistémica de unos problemas sobre otros.

Así pues, la ciencia progresa en la medida en que las teorías sucesivas resuelvan más problemas que sus predecesoras, no mediante acumulación de verdades o aumento del contenido de verdad.

Pero, ¿qué entiende Laudan por **"problema"**?, y ¿**"cómo soluciona"** la ciencia los problemas?

Definición de problemas científicos

En *"Beyond Positivism and Relativism"* (1996) Laudan elabora en primer lugar una detallada taxonomía de problemas científicos, dividiéndolos en dos tipos: los **problemas empíricos** y los **problemas conceptuales**. Esta división es relevante, ya que para Laudan la visión de progreso científico ha estado centrada en los problemas empíricos y su resolución, en el que las mejores teorías son las que se han enfocado a la resolución empírica para la explicación de hechos. Sin embargo, para él los problemas conceptuales son de gran importancia, porque en ocasiones hay teorías que si bien no son capaces de resolver muchos (o ningún) problemas empíricos nuevos, tienen la capacidad de solventar viejos problemas conceptuales.

- **Problema empírico:** es *"cualquier cosa acerca del mundo natural que nos sorprende como extraña, o que necesita una explicación"*. Por lo tanto, un problema empírico necesita para surgir un determinado contexto teórico que lo defina y sobre cuyo fondo se aprecie su carácter problemático. Una variación en ese contexto puede llevar aparejada una variación en este tipo de problemas. Además, *"un problema (empírico), para serlo, no necesita describir con precisión un estado de cosas real: todo lo que se requiere es que alguien piense que es un estado de cosas real"*.
 - Esto quiere decir que son los científicos quienes, en función del estado de los conocimientos, determinan qué se considera un problema empírico y qué no. Por eso fue un problema empírico legítimo cuando en el siglo XVII se estudiaba las costumbres de los grandes monstruos marinos que devoraban las embarcaciones.
 - Algunos críticos han objetado que si todo lo que se necesita para que surja un problema empírico es que alguien lo perciba como problema real, entonces la

ciencia podría plagarse de problemas elegidos arbitrariamente. No obstante, es importante notar que Laudan también dice que estos problemas surgen en el seno de una tradición y sobre el fondo de un contexto teórico, lo cual limita en mucho el tipo de cosas que pueden tomarse como problemas a considerar.

- Los problemas empíricos se dividen en:
 - **Problemas no resueltos:** los que aún no encuentran solución en ninguna teoría. Son problemas potenciales que no cuentan como auténticos problemas hasta que han sido resueltos. Cuando encuentran una solución es cuando se ven como problemas genuinos
 - Ejemplo: el movimiento browniano en el siglo XIX.
 - **Problemas resueltos:** aquellos que han sido resueltos satisfactoriamente por una teoría (basta con que la solución sea aproximada).
 - Ejemplo: el problema de las relaciones entre la presión y el volumen de un gas es resuelto de forma aproximada por la teoría cinética de los gases, y de forma algo más exacta por las modificaciones que introduce van der Waals.
 - **Problemas anómalos:** aquellos que no han sido resueltos por la teoría para la que constituyen una anomalía, pero sí lo han sido por una teoría rival. No hacen inevitable el abandono de la teoría para la que son anomalías, ni tienen por qué ser inconsistentes con ellas. Además, no es tanto su número como su importancia cognoscitiva (grado de discrepancia, antigüedad,...) lo que ha de tenerse en cuenta. Para Laudan, **un problema no resuelto no tiene por qué ser una anomalía**. Sólo lo es si dicho problema ha sido resuelto por una teoría rival viable.
 - Ejemplo: el hecho de que todos los planetas del Sistema Solar giren en la misma dirección no era explicado por la teoría newtoniana, pero sí por la cartesiana, de modo que era una anomalía para la primera
- **Problema conceptual:** lo define Laudan como los problemas presentados por alguna teoría. Se dividen en:
 - **Problemas conceptuales internos:** cuando una teoría T presenta inconsistencias internas o los mecanismos teóricos que postula son ambiguos o circulares.
 - Ejemplo: en el XIX la teoría cinético-molecular intentó explicar la elasticidad de los gases postulando componentes elásticos (las moléculas)
 - **Problemas conceptuales externos:** cuando una teoría T está en conflicto con otra teoría T' (o con teorías metodológicas o metafísicas prevalecientes). Este conflicto puede darse en tres formas principales:
 - **Inconsistencia o incompatibilidad lógica entre teorías:** T implica la negación (de una parte) de T' . En un sentido más amplio, se da este tipo de problemas cuando T hace suposiciones que van contra las suposiciones metafísicas prevalecientes o que no pueden ser garantizadas por las doctrinas epistemológicas o metodológicas prevalecientes.
 - Ejemplo: el sistema de Ptolomeo entraba en contradicción con las teorías físicas y cosmológicas que dictaban que el movimiento de los planetas era circular y con velocidad uniforme. Del mismo modo, el sistema de Copérnico chocaba con la mecánica aristotélica.

- **Inconsistencia conjunta de teorías:** T implica que (una parte de) T' es improbable. Es decir, T es lógicamente compatible con T' , pero la aceptación de una de ellas hace menos plausible a la otra.
 - *Ejemplo:* la fisiología mecanicista de inspiración cartesiana era compatible con la física de Newton, pero ésta hacía muy poco plausible que un sistema tan complejo como un organismo vivo pudiera funcionar mediante procesos mecánicos simples
- **Mera compatibilidad entre teorías:** T no implica nada acerca de T' , cuando debería reforzarla o apoyarla.
 - *Ejemplo:* una teoría química que fuese compatible con la teoría cuántica, pero que no utilizase sus conceptos para explicar la formación de enlaces, sería vista con recelo por los científicos

Resolución de problemas científicos

¿Cómo resuelve una teoría sus problemas, ya sean empíricos o conceptuales?, según Laudan,

*“una teoría T ha **resuelto un problema empírico**, si T funciona (significativamente) en cualquier esquema de inferencia cuya conclusión es un enunciado del problema.*

Dicho de otro modo, **un problema empírico queda resuelto por una teoría si de ésta, junto a determinadas condiciones iniciales, se puede derivar un enunciado aproximado del problema.** El parecido con el modelo nomológico-deductivo de explicación es claro.

Por su parte, los **problemas conceptuales**, más que resolverse **se eliminan**, lo que sucede cuando una teoría no presenta una dificultad conceptual que afectaba a su predecesora.

En función de esto, el **progreso en la ciencia** ha de ser entendido como el **logro de teorías capaces de resolver mayor número de problemas empíricos importantes y capaces de generar menor número de anomalías y de problemas conceptuales.**

En ese proceso podemos perder capacidad con una nueva teoría para resolver ciertos problemas, y sin embargo, si las ganancias explicativas compensan esa pérdida, sigue siendo un cambio progresivo de teoría:

- **No es un progreso acumulativo** y la nueva teoría no ha de explicar todo lo que explicaba la anterior
- Algunos problemas pueden incluso carecer de sentido en la nueva teoría y simplemente desaparecen
- El progreso científico exige, pues, para su evaluación un análisis de **costos y beneficios** no es un juicio que se haga sobre propiedades de la teoría considerada en sí misma, sino mediante la comparación de la efectividad de una teoría con la de las teorías rivales; la evaluación de teorías y de tradiciones de investigación es siempre comparativa, no es un juicio que se haga sobre determinadas propiedades de la teoría considerada en sí misma.

Destacan algunas peculiaridades (riesgos que asume) en el modelo de Laudan:

- Por un lado la **importancia que concede a la resolución de problemas conceptuales.** Los problemas conceptuales y las anomalías empíricas son conjuntamente los fallos

que pueden presentar las teorías. Pero, según Laudan, los filósofos empiristas de la ciencia han centrado su atención en las segundas y han descuidado los primeros. La importancia de los problemas conceptuales es tal que Laudan considera que podría hablarse de progreso en el paso de una teoría bien apoyada empíricamente a otra menos apoyada, siempre y cuando esta última resolviera dificultades conceptuales que lastraban a la primera. El descuido de dichos problemas ha obedecido, según su opinión, a la creencia en que lo único relevante para evaluar el desarrollo histórico de la ciencia es la evidencia empírica con la que contaban los científicos para justificar sus teorías. Laudan señala que las ideas de los científicos acerca de cómo contrastar las teorías y de qué cuenta como una evidencia en su favor han ido evolucionando a lo largo del tiempo.

- No obstante, Laudan señala que no sólo las teorías **cambian** sino también los **criterios de evaluación** de teorías. Para juzgar, por tanto, sobre la racionalidad de los cambios históricos en la ciencia es necesario hacer referencia a los criterios de evaluación que compartían los científicos del momento, en lugar de utilizar los actuales. Y eso sólo se puede hacer si se entra a considerar los problemas conceptuales de las teorías, y no sólo los empíricos.
 - Ejemplo: la discusión entre cartesianos y newtonianos,: los primeros reprochaban a los que aceptaban la física de Newton que no tenía una explicación satisfactoria desde el punto de vista ontológico, de lo que era la gravedad. Si bien Newton dio un modo de calcular el valor de dicha fuerza, no daba explicación metafísica para explicar qué era esa fuerza ni su naturaleza; para los cartesianos era similar a incluir la magia en ciencia y algo inaceptable desde la mecánica cartesiana, basada en la materia en movimiento y los choques de sus partículas materiales. Es ante esta situación que Newton dijo la conocida frase de "*hypotheses non fingo*" (no compongo hipótesis), al no considerarlo relevante a la hora de estudiar dicha teoría. Pero en aquella época se requería una explicación con sólida base metafísica de los argumentos aportados, si bien el tiempo se terminó por poner del lado de Newton, dejando de ser relevante este tipo de justificación a la hora de realizar y validar la ciencia sin que sea un detrimento para la teoría.
- Otro hecho a destacar en el modelo de Laudan es su **compromiso con un cierto instrumentalismo**. Según dicho modelo, para determinar si una teoría resuelve o no un problema, "**es irrelevante si la teoría es verdadera o falsa**, o si está bien o escasamente confirmada".
 - Laudan considera que la resolución de un problema empírico por parte de una teoría consiste en una relación puramente formal entre la teoría y el enunciado del problema, y como tal relación formal, es independiente de la verdad o falsedad de la teoría así como de la verdad o la falsedad de la conclusión.
 - Laudan no niega que los enunciados científicos sean verdaderos o falsos, ni que podamos hacer juicios relativos a su verdad o falsedad, pero sí piensa que tales juicios no desempeñan ningún papel en la evaluación de la efectividad resolutoria de las teorías y, por consiguiente, no sirven para estimar el progreso. Podemos así decir que una teoría resolvía en el pasado determinado problema aunque hoy día consideremos que esa teoría en general o la solución propuesta en particular eran falsas. La costumbre arraigada de pensar acerca del progreso en términos de verdad o falsedad puede hacer que esta afirmación parezca sorprendente, por

eso Laudan intenta justificarla mediante la mención de algunos casos concretos:

- Ejemplo: La teoría de la oxidación de Lavoisier, sea cual fuere su estatus de verdad, resolvía el problema de por qué el hierro es, después de calentado, más pesado que antes.
- Ejemplo: todo el mundo concede que la teoría ondulatoria de la luz de Young -sea verdadera o falsa- resolvía el problema de la dispersión de la luz.
- Ejemplo: dentro de la teoría de Ptolomeo se podía resolver (de forma aproximada) la órbita de Marte, si bien la solución basada en epiciclos es falsa desde el punto de vista actual. Para Laudan esto sería irrelevante, siendo lo único relevante el que dentro de la teoría de Ptolomeo existía una solución para el problema.

Cómo se produce el progreso en ciencia

Las **tradiciones de investigación**, al igual que las teorías, cambian con el tiempo, aunque mucho más lentamente, ya que perduran a través del cambio de teorías y **establecen, junto con los problemas empíricos resueltos, gran parte de lo que de continuidad hay en la historia de la ciencia**. Las tradiciones de investigación pueden morir también y ser abandonadas.

- El cambio en una tradición de investigación se produce de **forma gradual** mediante la modificación de alguna de sus teorías específicas subordinadas. Pero también evolucionan mediante cambios en alguno de sus elementos nucleares básicos.
- A diferencia Kuhn y Lakatos, Laudan piensa que estos cambios en el núcleo de la tradición de investigación **no producen una tradición de investigación diferente**, por eso no existe un cambio revolucionario de las teorías (como defendía Kuhn), sino una evolución gradual en la que hay elementos de continuidad permanente.
- Cuando **los cambios dentro de la tradición ya no son suficientes para resolver ciertos problemas, que sí son resueltos por una tradición rival**, o no son suficientes para eliminar dificultades internas, **la tradición es abandonada**. Una tradición rival toma entonces su lugar. Esta sustitución trae consigo el cambio de las soluciones dadas a muchos problemas, pero una gran parte de los problemas son los mismos que tenía que resolver la tradición anterior. Por ejemplo, cualquier sistema astronómico ha tenido que resolver el problema de los eclipses y cualquier teoría sobre los gases ha tenido que explicar las relaciones entre presión y temperatura.
- Para Laudan, el modelo de Kuhn, entre bastantes aciertos, como su insistencia en la tenacidad de las teorías globales para resistir la falsación y su rechazo de la visión acumulativa del progreso-, incluía notorios desaciertos.
 - Era incapaz de explicar cuándo y cómo se producía una crisis y una revolución científica, ya que no daba indicaciones para determinar el punto crítico en el que las anomalías desencadenan una crisis.
 - No consiguió tampoco una articulación satisfactoria de la noción de paradigma, ni mostró qué relación había entre los paradigmas y sus teorías constituyentes.
 - No contempló la posibilidad de cambios evolutivos pequeños en el núcleo de un paradigma, y se basó en la idea insostenible desde un punto de vista histórico de la existencia de largos periodos de ciencia normal en los que desaparecía la competencia entre teorías rivales.

- De forma análoga, el modelo de Lakatos, siendo mejor que el de Kuhn (en la medida en que recoge la coexistencia de varios programas de investigación alternativos y rechaza la inconmensurabilidad) también presenta en su opinión deficiencias graves.
 - Los programas de investigación son demasiado rígidos y no permiten cambios en su núcleo.
 - Lakatos, al igual que Kuhn, sólo contemplaba como progreso científico los cambios de teoría que conducen a resolver nuevos problemas empíricos; sin embargo, casos destacados de progreso (como el paso del sistema ptolemaico al copernicano, o la adopción del atomismo entre 1815 y 1880) se realizaron sin resolver ningún nuevo problema empírico, sino haciendo sólo desaparecer viejos problemas conceptuales.
 - Las nociones de contenido empírico y lógico, en las cuales se basa la estimación del progreso, son inútiles, pues no hay posibilidad de establecer una medición de tales contenidos.
- Según el modelo que ofrece Laudan, **el cambio científico no es revolucionario, sino evolutivo, como en el de Toulmin**. Ha habido, claro está, revoluciones en la ciencia, pero no han sido tan importantes como creía Kuhn, ni se han diferenciado tanto de lo que sucede en otras fases de la investigación científica. Las revoluciones científicas frecuentemente consisten en una recombinación nueva de elementos antiguos, más que en la aparición de novedades radicales. Kuhn habría exagerado las diferencias entre la ciencia normal y la revolucionaria. En la ciencia encontramos siempre de facto el debate sobre cuestiones de fundamento y la coexistencia de teorías rivales.
- El cambio científico no presenta nunca discontinuidades tan radicales que impidan por principio una explicación racional del mismo. **No existe ningún problema de inconmensurabilidad en la ciencia**. Puede siempre evaluarse de forma objetiva cuál de entre dos teorías rivales es más efectiva resolviendo problemas, aunque sólo sea viendo el número y la importancia de los problemas que cada una resuelve.
- Frente a Kuhn, Laudan admite también la posibilidad, si bien la estima remota, de que el resultado de una revolución no fuera progresivo, sino que los científicos terminarían aceptando irracionalmente una tradición de investigación peor desde el punto de vista de su efectividad. Dicho claramente, una revolución podría llevar al abandono de una tradición de investigación más progresiva por otra menos progresiva. El resultado de una revolución no es, pues, progresivo por definición. En cada caso es una cuestión contingente si la revolución ha conducido o no a un progreso.

Al carácter gradual del cambio contribuye también el que los científicos no se limiten a aceptar o rechazar teorías. La gama de actitudes cognitivas que éstos pueden adoptar es más amplia. Hay además dos **elementos de juicio** principales (uno sincrónico y otro diacrónico) para **evaluar** las tradiciones de investigación:

- La **adecuación** de la tradición de investigación consiste en la estimación de la efectividad para resolver problemas, en especial de las **últimas teorías** de dicha tradición de investigación.
- La **progresividad** de la tradición de investigación consiste en la determinación del aumento o disminución a lo largo del tiempo de la efectividad de sus teorías componentes para resolver problemas.

- Cabe distinguir aquí el **progreso general** (comparación de la efectividad de sus teorías últimas con la de sus teorías más antiguas) de la **tasa de progreso** (adecuación de la tradición durante un período específico).
- Esta última es especialmente importante para juzgar tradiciones de investigación nuevas, ya que si bien el progreso general para las tradiciones más recientes es usualmente menor, su tasa de progreso sí que será mayor.

Una tradición de investigación puede ser menos adecuada que una rival, y sin embargo ser más progresiva. Por eso, las modalidades de evaluación de las tradiciones de evaluación han de darse en dos contextos distintos:

- Por un lado, en el **contexto de aceptación**, la base para aceptar o rechazar una teoría se apoya en la idea del progreso efectuado en la resolución de problemas, es decir, **se aceptan las teorías (y tradiciones de investigación) más adecuadas** aquéllas que han resuelto más problemas importantes que sus rivales.
 - Aceptar una teoría o tradición de investigación significa tratarla *"como si fuera verdadera"*. Pero eso no implica que los científicos la acepten porque sea verdadera. La aceptan porque es eficaz resolviendo problemas.
- Por otro lado, en el **contexto de prosecución**, es racional proseguir y explorar teorías (y tradiciones de investigación) **que tengan una tasa de progreso mayor que sus rivales**, aunque sean teorías menos adecuadas que sus rivales y, por tanto, teorías que los científicos no aceptarían (para dar una oportunidad a las nuevas teorías con buenas tasas de progreso).
 - *Ejemplo:* La teoría atómica de Dalton no podía rivalizar en sus comienzos en adecuación con la teoría química de las afinidades electivas, pero era más prometedora. Su mayor tasa de progreso la hacía merecedora de una seria atención, a pesar de que muchos científicos no la aceptarían.

Hacer **elecciones racionales** en la ciencia consiste simplemente en **hacer elecciones que sean progresivas**, es decir, que incrementen la efectividad de las teorías que aceptamos, sin presuponer nada sobre su verdad. El progreso no depende de seguir ciertos criterios de racionalidad; no hacemos progresos en la ciencia porque tomamos decisiones racionales. Es al contrario: tomar decisiones racionales significa elegir las teorías que implican un progreso en el sentido explicado. Es la racionalidad la que es dependiente del progreso.

Por otra parte, las evaluaciones sobre la eficacia de las teorías para resolver problemas deben realizarse **teniendo en cuenta el contexto histórico**. Laudan sostiene que los criterios de racionalidad que determinan si algo debe considerarse o no un problema conceptual o un problema empírico digno de atención, los criterios para considerar suficiente el rigor de un experimento, los criterios para otorgar más peso a unos problemas que a otros, los criterios para juzgar si una explicación es buena o si algo ha de considerarse empíricamente corroborado, etc., etc., cambian con el tiempo.

En la medida en que los parámetros específicos que constituyen la racionalidad dependen del momento y de la cultura (aunque haya características muy generales de la racionalidad que sean **transtemporales** y **transculturales**). Lo que pudo ser una elección racional de teorías en una época puede no serlo en otra. Hubo un tiempo en que lo racional era elegir teorías que tuvieran una sólida base metafísica y que no chocaran con las creencias religiosas. Hoy en día, en cambio, éstos no serían criterios para considerar que la elección de teorías ha sido la

más adecuada. El modelo que Laudan plantea ofrece una concepción amplia de la racionalidad que incluye factores aparentemente "no científicos" en los procesos de decisión.

"Lejos de considerar la introducción en la ciencia de cuestiones morales, filosóficas y religiosas como el triunfo del prejuicio, la superstición y la irracionalidad, este modelo sostiene que la presencia de esos elementos puede ser completamente racional; más aún, que su supresión puede ser ella misma irracional y prejuiciosa".

De hecho,

"la opinión de que la ciencia es cuasi-independiente de esas disciplinas [teología y metafísica] es ella misma una tradición de investigación de origen relativamente reciente".

En consecuencia, los científicos pueden aceptar una teoría o tradición de investigación porque resuelva mejor los problemas empíricos y conceptuales que sus rivales, y al mismo tiempo pueden considerar digna de atención y de desarrollo otra teoría distinta, incluso incompatible, debido a que, siendo nueva, progresa muy rápidamente.

Pueden estar trabajando así simultáneamente en dos tradiciones distintas. Todo ello representa, según Laudan, un punto intermedio entre *"la insistencia de Kuhn y de los inductivistas en que la utilización de alternativas al paradigma dominante nunca es racional (excepto en los momentos de crisis) y la afirmación anarquista de Feyerabend y Lakatos de que la utilización de cualquier tradición de investigación sin importar cuán regresiva sea, puede siempre ser racional"*.

Laudan cree que el hecho de que se despierte entre los científicos un interés grande por una nueva tradición de investigación y que pasen a considerarla como un aspirante serio a la lealtad de la comunidad científica es ya suficiente para decir que se ha producido una revolución en la ciencia. Esto hace que las revoluciones sean menos traumáticas de lo que habitualmente se supone. Para que se produzca una revolución no es necesario que toda o la mayor parte de la comunidad científica dé su apoyo a una nueva tradición de investigación. Basta simplemente con que la nueva tradición de investigación se desarrolle y los científicos se sientan obligados a tomarla en consideración.

Progreso gradual y no acumulativo

Las revoluciones científicas no han tenido ni la importancia ni el carácter cognoscitivo que les atribuye Kuhn, que habría exagerado las diferencias entre ciencia normal y revolucionaria. El debate sobre los fundamentos y los problemas conceptuales pertenece a cualquier periodo de la ciencia, y no sólo a los momentos de crisis. **La existencia de tradiciones de investigación rivales es la regla y no la excepción.**

Para que se produzca una revolución científica no es necesario que toda o la mayor parte de la comunidad científica dé su apoyo a una nueva tradición de investigación. Basta con que la nueva tradición de investigación se desarrolle y despierte un interés suficiente.

Existe un elemento de continuidad a través del cambio en una revolución científica: los problemas empíricos, y en ellos se basa el carácter parcialmente acumulativo del progreso científico. Las discontinuidades se dan en el nivel de explicación y solución de los problemas.

Ahora bien, las discontinuidades nunca son lo suficientemente radicales como para concluir que las tradiciones de investigación rivales son **inconmensurables**.

- En primer lugar porque para hacer una elección racional entre teorías rivales **no hace falta traducirlas** unas a otras o a un lenguaje neutral.
- En segundo lugar porque, incluso suponiendo que tengan razón los defensores de la tesis de la inconmensurabilidad al sostener que todas las observaciones están cargadas de teoría y que el significado de todos los términos viene dado por su contexto teórico, es factible la comparación objetiva entre teorías rivales.

Dos argumentos lo apoyan:

- Ninguna de estas dos condiciones impide afirmar que dos teorías rivales se refieren a un **mismo problema**. Los supuestos teóricos necesarios para caracterizar un problema pueden ser distintos de las teorías rivales cuya evaluación se pretende, en cuyo caso es posible mostrar que ambas teorías se refieren al mismo problema.
- Aún cuando lo anterior no fuese posible, es decir, aún cuando se diese la inconmensurabilidad en las teorías respecto a las afirmaciones sustantivas que hacen acerca del mundo, todavía quedaría sitio para una evaluación objetiva de sus **méritos relativos** basada en la **efectividad para la resolución de problemas**. Esa comparación tomaría como elementos de juicio el número y la importancia de los problemas resueltos **dentro de cada teoría** y la reducción de las anomalías. O sea, se compararía el carácter progresivo o regresivo de cada tradición de investigación.

Lo que sí **ha de abandonarse**, sin embargo, es la **visión acumulativa del progreso científico**, según la cual para que una teoría represente un progreso sobre otra ha de resolver todos los problemas que ésta resolvía. En el cambio de teorías normalmente se producen **pérdidas y ganancias**. En concreto, el progreso no-acumulativo contempla las siguientes posibilidades:

1. La nueva teoría resuelve problemas nuevos que no se planteaban la teoría anterior.
 - *Ejemplo:* la teoría copernicana resolvía el problema de las fases de Venus, descubierto por Galileo y que no se planteaba en la de Ptolomeo.
2. La nueva teoría puede también resolver problemas que se planteaban en la anterior pero que ésta no resolvía y que, en tal caso, se convierten en anomalías para ella.
 - *Ejemplo:* Por ejemplo, la teoría de la relatividad consigue resolver el problema del perihelio de Mercurio, que la de Newton no consiguió resolver.
3. Algunos problemas, sobre todo conceptuales, pueden desaparecer, al dejar de tener sentido en la nueva teoría.
 - *Ejemplo:* con la teoría de la relatividad desaparece el problema de explicar cómo era posible que la fuerza gravitatoria actuara a distancia, porque la gravitación es vista como el efecto de una curvatura espacio-temporal.
4. Puede haber problemas que sigan siendo significativos en la nueva teoría y que, habiendo tenido una solución en la teoría anterior, no la tengan, al menos temporalmente, en la nueva.
 - *Ejemplo:* la mecánica celeste de Descartes explicaba por qué los planetas se mueven en la misma dirección alrededor del Sol, mientras que la de Newton no.
5. El resto son problemas que tenían explicación antes del cambio y la tienen también después.
 - *Ejemplo:* tanto la teoría de Ptolomeo como la de Copérnico resolvían el problema del movimiento de retrogradación de los planetas.

Larry Laudan: el modelo reticular de racionalidad científica

En "*Science and values*" (1984), Laudan propone el **modelo reticular de racionalidad científica**, opuesto al **modelo jerárquico** de justificación aceptado normalmente por los filósofos de la ciencia. Según Laudan, la **sociología de la ciencia** y la **Filosofía de la Ciencia** han pasado por dos fases:

- **Años 40 y 50:** tanto sociólogos (Merton y sus seguidores) como filósofos (empiristas lógicos y Popper) compartían una premisa básica y un problema común:
 - *Premisa:* **la ciencia ha de ser demarcada** de otros empeños culturales.
 - *Problema central:* **explicar el alto grado de acuerdo en la ciencia.**
- **A partir de los años 60 y 70:**
 - *Problema central:* **explicar la existencia de periódicas irrupciones de desacuerdo en la ciencia.**

Frente a estas dos posturas, Laudan cree que es necesario establecer una teoría de la racionalidad científica que pueda **dar respuesta a estos dos problemas conjuntamente**.

Sociólogos y filósofos en los **40-50** pensaban que el **acuerdo** de los científicos sobre los **hechos** era el resultado del acuerdo en un nivel más profundo (el nivel de los métodos, según los filósofos, o el nivel de las normas y valores, según los sociólogos). **El consenso científico era, pues, el subproducto de un pacto metodológico y axiológico.**

Pero esta visión es errónea según Laudan. El consenso no es tan general en la ciencia. Las mismas normas pueden llevar a los científicos a conclusiones diferentes. Además, ni los datos determinan siempre la elección de teorías, ni los científicos suscriben los mismos patrones metodológicos ni los axiológicos.

Por otra parte, Kuhn, Feyerabend y los sociólogos más jóvenes han desarrollado una explicación del **disenso** en la ciencia siguiendo cuatro líneas de argumentación:

- Hay más controversia en la ciencia de lo que creía la opinión anterior.
- Tesis de la inconmensurabilidad entre las teorías rivales.
- Tesis de la indeterminación de las teorías por los datos (Duhem-Quine, Wittgenstein, Kuhn). Cabe formular teorías incompatibles que sean capaces de encajar igualmente bien con la evidencia empírica. Tal como afirma la tesis Duhem-Quine en una de sus posibles formulaciones, ninguna teoría puede ser refutada concluyentemente ni probada concluyentemente por la evidencia empírica. O, expresado de una forma más amplia, como Kuhn lo presentaba, los criterios de elección de teorías nunca permiten determinar dicha elección.
- La conducta contranormal (ignorar la evidencia, tolerar inconsistencias, estrategias contrainductivas) conduce a menudo al éxito en la ciencia.

El problema es aquí para Laudan que se cierra la posibilidad de explicar el consenso. La solución a dicho problema del consenso implica lo que Laudan llama '**modelo jerárquico de justificación**' (Popper, Hempel y Reichenbach y sociólogos de los 40-50). Se compone de **tres niveles** interrelacionados:

- En el nivel más bajo están las disputas sobre cuestiones de hechos (factuales). Según este modelo, los científicos resuelven estos desacuerdos factuales subiendo un escalón en la jerarquía hasta el nivel de las reglas metodológicas compartidas.

- A veces, sin embargo, también están en desacuerdo sobre las reglas. Eso muestra que el desacuerdo factual es entonces señal de desacuerdo metodológico más profundo. Las disputas metodológicas se resuelven subiendo otro escalón, es decir, haciendo referencia a los propósitos y metas compartidos (nivel axiológico, de las normas y valores).
- Los desacuerdos en este último nivel se consideran inexistentes o irresolubles:

nivel de desacuerdo → nivel de resolución

- | | |
|----------------|----------------|
| - Factual | - Metodológico |
| - Metodológico | - Axiológico |
| - Axiológico | - Ninguno |

Según Laudan este modelo es útil para explicar el consenso, pero fracasa sobre todo en los casos donde los científicos no comparten los mismos fines. Por ello, no es extraño que algunos de sus defensores hayan argumentado que las diferencias sobre fines no están abiertas a una resolución racional (Popper y Reichenbach).

Sin embargo, los científicos se ven a sí mismos como resolviendo la mayor parte de las controversias de modo lógico y razonable, incluso cuando resultan de opiniones divergentes sobre metas y valores.

Si asumimos la tesis de Kuhn de que en el cambio de paradigma el debate alcanza también a los fines, dado que un nuevo paradigma suele implicar nuevos fines cognitivos, nos encontramos entonces ante la conclusión inevitable de que la elección entre grandes teorías rivales no puede resolverse racionalmente. Pero esto nos lleva a un callejón sin salida.

"los científicos se ven a sí mismos como resolviendo la mayor parte de las controversias de modo lógico y razonable, incluso cuando estas controversias resultan de opiniones divergentes sobre metas y valores de la ciencia."

Para Laudan, hay al menos **dos maneras de criticar racionalmente los fines cognitivos** propuestos (a parte de mostrar su inconsistencia). Si, por ejemplo, se consigue mostrar que dos fines son incompatibles, se puede entonces afirmar que no pueden ser perseguidos racionalmente de forma conjunta. Se puede argumentar contra un fin sobre las bases:

1. Que es utópico o irrealizable y, por tanto, no es racional mantenerlo.
2. Que no concuerda con los valores implícitos en prácticas y juicios de la comunidad.

En consecuencia, Laudan propone sustituir el modelo jerárquico por lo que el denomina '**modelo reticular de justificación**'.

Modelo reticular de justificación

En el modelo reticular todos los niveles están sujetos a la crítica racional y a la revisión a partir de los otros, produciéndose un continuo ajuste entre ellos.

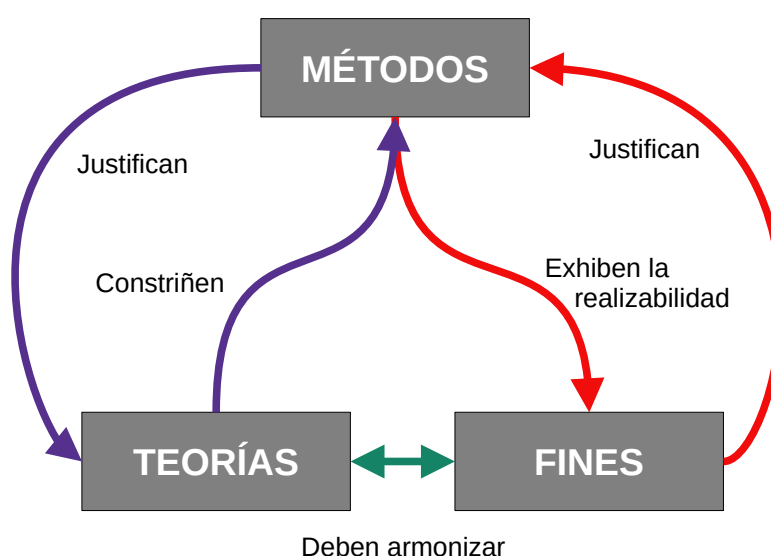
- Ninguno de los niveles es más fundamental que los demás, puesto que la justificación entre niveles fluye en todas las direcciones.
- En cuanto a los niveles mismos, el modelo reticular mantiene el nivel de los métodos y el de los fines, pero Laudan prefiere hablar de teorías donde el modelo jerárquico hablaba de hechos.
- El modelo reticular admite, por ejemplo, que nuestros fines cognitivos permiten justificar por qué son mejores ciertos métodos de investigación que otros, pero al mismo

tiempo recoge la posibilidad de utilizar nuestro conocimiento sobre los métodos para juzgar la viabilidad de los fines propuestos.

El modelo reticular muestra que podemos utilizar nuestro conocimiento sobre los métodos de investigación para afirmar la viabilidad de los fines propuestos (por ejemplo, podemos mostrar que no existe ningún método conocido para alcanzar un objetivo particular). Asimismo, el modelo reticular insiste en que nuestros juicios sobre las teorías pueden ser confrontados con nuestras axiologías explícitas para revelar las tensiones entre nuestros valores implícitos y explícitos.

La principal diferencia entre el modelo reticular y el modelo jerárquico está en la insistencia del reticular en que **hay un proceso de ajuste y justificación mutuas entre los tres niveles de la ciencia**. La justificación fluye hacia arriba y hacia abajo, y ninguno de los niveles es más fundamental que los otros.

El modelo reticular puede esquematizarse del siguiente modo:



En este modelo "circular" se da una dinámica entre estos tres niveles de modo que:

- Los métodos justifican las teorías, pero las teorías constriñen los métodos, que no pueden ser aquellos que nos de la gana.
- Los métodos vienen también justificados por nuestros fines, cuya realizabilidad está supeditada a los métodos.
- Debe haber una armonización entre teorías y fines.

Laudan subraya que este modelo sirve para proporcionar una visión gradualista del cambio científico opuesta a la visión holista de Kuhn. Mientras que en el modelo kuhniano el cambio de paradigma llevaba aparejado un cambio global en los tres niveles (teorías, métodos y fines), surgiendo de ese modo el problema de la inconmensurabilidad, en el modelo reticular los cambios son paulatinos y no simultáneos.

Cuando se produce un cambio en uno de los niveles, los otros dos niveles pueden estar provisionalmente fijados. Es cierto que un cambio en las teorías aceptadas puede llevar a un cambio en los métodos, pero éste, por lo general, se efectuará un tiempo después y afectará sólo a algunas normas metodológicas. Además, son posibles cambios en las teorías (incluso revolucionarios) que no impliquen cambios en la metodología, como sucedió en el caso de la

aceptación de la teoría de la relatividad. Esto permite que las teorías implicadas sean evaluadas con los mismos criterios. Y viceversa, pueden darse cambios en la metodología sin que eso conlleve cambios en las teorías aceptadas. De las relaciones entre fines y métodos podría decirse algo similar.

El modelo reticular de justificación científica no es la única modificación importante que Laudan introduce en sus propuestas iniciales. En un artículo de 1986 titulado *"Some Problems Facing Intuitionist Meta-Methodologies"*, abandonó explícitamente el intuicionismo meta-metodológico que había defendido en *"El progreso y sus problemas"* como alternativa al convencionalismo de Popper y al elitismo científico de Lakatos. En su lugar, comienza a desarrollar en ese trabajo una concepción naturalista de la metodología y de la filosofía de la ciencia en general.

El **intuicionismo** propugnado inicialmente por Laudan asumía del giro historicista que las propuestas metodológicas de los filósofos de la ciencia, pese a su carácter normativo, ni son meras convenciones ni pueden ser establecidas a priori, sino que han de estar basadas en los datos de la historia de la ciencia.

- En particular, su fuerza normativa descansa en su capacidad para encajar adecuadamente aquellos casos paradigmáticos de aceptación o rechazo de teorías ocurridos en el pasado. Casos sobre los cuales filósofos, historiadores y, en general, las *"personas científicamente cultivadas"* (no sólo la élite científica) comparten profundas convicciones -intuiciones preanalíticas-, en principio no revisables, acerca de su corrección y su racionalidad. Así, cualquiera que conozca algo de la historia de la ciencia sabe que en torno a 1890 era racional rechazar la opinión de que el calor era un fluido, o que después de 1925 era racional aceptar la teoría de la relatividad.
- Para merecer aceptación y ser aplicado en la evaluación de otros casos menos claros, cualquier modelo de racionalidad científica habría de explicar el mayor número posible de estas intuiciones preanalíticas. Pero sólo de ellas.

Ningún modelo de racionalidad científica tendría por qué mostrar como racional la mayor porción posible de la historia de la ciencia, como pensaba Lakatos. La razón principal que Laudan ofrece en el citado artículo para rechazar este planteamiento es que en él se da injustificadamente por supuesta la permanencia y la unanimidad de nuestros juicios intuitivos sobre los méritos de las teorías científicas rivales y que, incluso así, no queda garantizado que tales juicios permitan efectuar una elección entre metodologías diferentes. En trabajos posteriores (*"Progress or Rationality? The Prospects for a Normative Naturalism"* (1987)) Laudan insiste en que los fines y las creencias de fondo de los científicos han cambiado históricamente y, en consecuencia, lo han hecho también los métodos. No se puede, por tanto, pretender juzgar la racionalidad de los científicos atendiendo sólo a su utilización de determinados métodos y dejando de lado la cuestión de sus fines y creencias de fondo.

Ya desde *"Science and Values"*, Laudan venía defendiendo una meta-metodología naturalista que basaba la contrastación empírica de los modelos metodológicos, no en su capacidad para dar cabida a ningún tipo de intuiciones, por muy aceptadas que sean, sino en su capacidad para generar normas cuya validez pudiera ser directamente apoyada por los hechos históricos. En esencia, el **naturalismo normativo** de Laudan entiende las normas metodológicas como imperativos hipotéticos que conectan ciertos medios con ciertos fines epistémicos, lo que posibilita su comprobación empírica.

Para contrastarlas, basta con ver si tales medios promueven o promovieron en realidad esos fines. Las normas metodológicas funcionan así como conjeturas falibles y su selección debe seguir los mismos procedimientos que cualquier teoría científica. Si queremos, por ejemplo, saber si la regla metodológica que aconseja evitar las hipótesis *ad hoc* es una regla aceptable, en lugar de apelar al juicio de la élite científica, como proponía Lakatos, o acudir a aquellos casos históricos que de forma intuitiva podamos considerar como paradigmáticos, como proponía el intuicionismo previo de Laudan, lo que procede es transformar este mandato en un imperativo hipotético, tal como:

'si se pretende obtener teorías con una alta fiabilidad predictiva, deben rechazarse las hipótesis ad hoc';

Y después comprobar si, en efecto, la historia de la ciencia muestra que la evitación de hipótesis *ad hoc* ha sido un buen medio para conseguir el objetivo de la fiabilidad predictiva.

El naturalismo sobre las normas metodológicas es completado por Laudan con un **naturalismo sobre los fines**: los fines de la ciencia han cambiado históricamente y los mecanismos mediante los cuales los científicos varían de fines son los mismos que debe emplear el epistemólogo para seleccionar las virtudes epistémicas.

Desde luego, este naturalismo no surge en oposición total a su trabajo anterior. No sólo está el hecho de que la propuesta meta-metodológica de *"El progreso y sus problemas"* era ya una propuesta en buena medida naturalista, sino que en 1981, en el trabajo titulado *"A Confutation of Convergent Realism"*, tras interpretar el realismo científico como una hipótesis empíricamente contrastable al modo de cualquier hipótesis científica, Laudan aducía una serie de casos históricos que, según su reconstrucción de las tesis realistas, serían suficientes para descartar el realismo como una explicación aceptable del éxito de la ciencia

Críticas al modelo reticular de justificación

- Quizás la más generalizada, ya que no depende en principio de la adopción de un específico punto de vista epistemológico, es la que destaca las dificultades aparentemente insalvables para establecer una medida objetiva que permita la comparación en la eficacia para resolver problemas por parte de dos teorías rivales. Si se prescinde del concepto de verdad, no hay modo de distinguir entre problemas auténticos y espurios, ni entre soluciones válidas e inválidas. (Newton-Smith, Musgrave). Si con que la comunidad científica determine que algo es un problema científico para que sea considerado como tal, no tenemos manera de decir si aquello fue un error (como los monstruos marinos del siglo XVII).
 - No hay modo, por ejemplo, de homogeneizar medidas para poder restar el peso (negativo) de los problemas conceptuales del peso (positivo) de los problemas empíricos resueltos.
- Si las inconsistencias representan un problema es justamente porque la teoría en la que aparecen pueda no ser *verdadera*. En el fondo Laudan estaría aceptando la verdad de las teorías de manera inconsistente a sus propios postulados.
- ¿Cómo pueden ser individualizados los problemas? (Musgrave). Laudan afirma sólo que para que algo sea un problema empírico basta con que sea considerado como tal por los científicos, que alguien lo perciba como problema, pero entonces ¿qué impide que los partidarios de una teoría vean en ella problemas resueltos donde los partidarios de otra no ven problemas en absoluto?

- *Ejemplo*: por qué el problema del movimiento retrógrado de los planetas ha de ser considerado como uno sólo en lugar de como uno para cada planeta.
- ¿Cómo establecer una medida objetiva de la efectividad en la resolución de problemas? (Newton-Smith, McMullin). ¿Cómo saber que una teoría resuelve más y mejores problemas que otra teoría rival?
- ¿Qué garantiza que los problemas empíricos sean un elemento de continuidad entre tradiciones de investigación?
- Desde posiciones anti-instrumentalistas, y especialmente desde el lado realista, se ha puesto también en cuestión que pueda prescindirse del concepto de verdad en la explicación del progreso científico, tal como Laudan pretende. Sí se prescinde del concepto de verdad, no hay modo de distinguir entre problemas auténticos y problemas espurios en la ciencia. No bastaría con decir que un problema científico auténtico es aquél que es percibido como tal en el seno de una tradición de investigación, porque, para quien rechaza el relativismo, lo que se pregunta es justamente por qué razón unos problemas son percibidos como auténticos y otros como pseudo-problemas.
- La imposibilidad de determinar de manera infalible la verdad de las teorías no significa que no podamos atribuirles de modo fiable cierto grado de verdad (Niiniluoto).
- No habría criterio para distinguir las soluciones válidas de las soluciones inválidas de los problemas. Y desde luego los científicos no se limitan a proporcionar soluciones cualesquiera a los problemas que les van saliendo al paso, sino que intentan encontrar soluciones verdaderas a problemas auténticos.
- El realista no tendría inconveniente en admitir que el progreso científico consiste en el aumento de la eficacia en la resolución de problemas por parte de las nuevas teorías, sólo que para él esto es una consecuencia del progreso que se realiza en la consecución de teorías más cercanas a la verdad.
- También desde posiciones realistas se objetó que la imposibilidad de determinar de manera infalible si nuestras teorías son verdaderas no significa que no podamos atribuirles de modo fiable cierto grado de verdad. Niiniluoto argumentó que, aunque nunca estemos ciertos de haber alcanzado la verdad ni haya procedimientos algorítmicos para decir si se está cerca de ella, es posible ofrecer una caracterización adecuada del acercamiento progresivo a la verdad sobre la base revisable de la evidencia disponible en cada momento. Para Niiniluoto la verdad es una meta inaccesible, en la medida en que no hay un conjunto finito de pasos que nos lleve hasta ella, pero no es una meta utópica, como mantiene Laudan. Niiniluoto entiende que una meta es utópica si es inaccesible y además ni siquiera podemos hacer progresos hacia ella. Un ejemplo de una meta así sería la de ir caminando hasta la Luna. Pero la verdad es una meta sobre la que sí podemos hacer progresos y efectuar ciertas estimaciones sobre el mismo. En ese sentido sería como la perfección moral; no podemos alcanzarla por completo, pero hay cosas que nos indican si estamos o no más cerca de ella que antes. Perseguir metas utópicas quizás pueda ser irracional, pero no es irracional perseguir metas inaccesibles, como la verdad, acerca de las cuales sí hay indicios que permiten estimar el progreso realizado en su consecución.
- El modelo reticular cae en el relativismo. Si no hay principios fijos de evaluación, no hay un punto de vista objetivo desde el que mostrar que ha habido progreso. (John

Worrall). Considera que no podemos decir que nuestros criterios sean mejores si no es sobre la base de algunos principios permanentes de evaluación que son constitutivos de la propia racionalidad

- El naturalismo normativo presenta una visión limitada de la racionalidad científica, que queda reducida a una racionalidad instrumental. (Harvey Siegel), ya que no es posible una explicación puramente naturalista del cambio científico, especialmente en lo que se refiere a la elección de los fines. También se ha dicho que presenta una visión limitada de la racionalidad científica, ya que ésta queda reducida a una racionalidad instrumental.

Para algunos racionalistas, Laudan en cierta medida fracasa en su racionalismo. El considerar que no hay nada permanente en la realidad científica roza el relativismo. Aún así este modelo de Laudan es interesante y fructífero al estilo del de Lakatos, y en cierta medida es una sofisticación de los modelos positivistas previos (los neopositivistas y el de Popper) y da una imagen de la ciencia mucho más fluida y más rica y por eso merece la pena conocerlo. Pero como cualquier propuesta en filosofía tiene sus agujeros y deficiencias, y quizá sea este uno de los ejemplos de por qué cada vez hay menos filósofos que se centren en el estudio general de la ciencia que busque un mínimo común denominador de los métodos y caracterización de la ciencia, dando paso a la proliferación de filosofías específicas de las distintas disciplinas científicas.

Hay que entender que la ciencia es una tarea compleja e histórica, y si bien se puede caracterizar e identificar diversos rasgos distintivos presentan una validez contextual que son más fácilmente atribuibles a unas u otras disciplinas científicas.

Algunas indicaciones sobre la situación posterior

Los modelos de cambio científico de Lakatos, Toulmin y Laudan no son los únicos que se han elaborado en respuesta a las tesis de Kuhn y Feyerabend. Otros modelos dignos de mención son el de Dudley Shapere, el modelo estructuralista, el de Ronald Giere, el de Philip Kitcher y el de Ilkka Niiniluoto.

El problema del progreso en la ciencia sigue vigente en las corrientes más actuales de la filosofía de la ciencia. No obstante, puede afirmarse que se ha producido una reorientación en el modo de abordarlo. En lugar de proponer modelos filosóficos globales del cambio científico como los anteriormente expuestos, la tendencia es la de realizar análisis detallados de aspectos parciales de la práctica científica. Frecuentemente estos análisis se hacen dentro de una **concepción naturalista de la epistemología**. Es decir, toman como base los procedimientos, las herramientas conceptuales o los datos de algunas ciencias empíricas, en particular la sociología, la psicología cognitiva y la biología evolucionista.

La discusión en torno a los modelos de cambio científico que hemos expuesto deja cierto margen para el acuerdo sobre algunos puntos básicos.

La **importancia de la historia de la ciencia** para poder elaborar y someter a contrastación cualquier propuesta epistemológica acerca de la ciencia.

- Esto no quiere decir que todos los autores actuales estén comprometidos con la epistemología naturalizada. Hay quienes consideran que el carácter normativo de la epistemología le impide ser una disciplina empírica, al modo de las ciencias naturales. Pero incluso entre quienes mantienen con más firmeza este carácter normativo, se

admite que **cualquier propuesta filosófica sobre la ciencia debe estar asentada en un conocimiento profundo de su práctica real** y que las prescripciones a priori basadas en preconcepciones filosóficas no resultan creíbles.

Los **métodos y los criterios de evaluación** científica han cambiado a lo largo de la historia. El propio avance en los conocimientos ha propiciado este cambio en los métodos. Al aprender cosas sobre el mundo hemos aprendido también a mejorar nuestra forma de conocerlo.

- Los métodos son en muchas ocasiones el resultado de la aplicación de los avances en la investigación empírica.
- Se discute, sin embargo, la amplitud y alcance de estos cambios, y si afectan sólo a normas concretas o también a principios muy generales.
- El **pluralismo metodológico** defendido por Kuhn, Feyerabend y Laudan parece imponerse sobre el monismo metodológico al estilo del neopositivismo, de Popper y de Lakatos.

Una cuestión relacionada, pero en la que hay mucho más disenso, es si también **han cambiado los fines de la ciencia a lo largo de su historia**. Mientras Laudan mantiene que así es, y que por ello mismo ningún fin puede considerarse como constitutivo de la ciencia, otros autores mantienen que algunos fines cognitivos generales no han cambiado. Entre los candidatos a estos fines permanentes están

- la búsqueda de teorías (aproximadamente) verdaderas (para los realistas), de teorías empíricamente adecuadas (para los neoempiristas), de teorías con capacidad predictiva (para los instrumentalistas), etc.
- David Resnik ha negado que la ciencia tenga fines que puedan servir para justificar normas metodológicas. Los que tienen fines, según su opinión, son los científicos, y estos pueden ser muy diversos (Resnik 1993).

Es una cuestión abierta si, caso de haber cambio de métodos y de fines, esto conduce o no a una posición relativista.

Parece también haber un cierto acuerdo en que las **unidades de análisis del cambio científico deben ser más amplias que las teorías individuales**.

- Las diversas modalidades de dicho cambio, así como los matices de cada una de ellas, sólo pueden ser apreciados si en lugar de ver el cambio como la sustitución de una teoría por otra, lo contemplamos como la transición de un conjunto de teorías relacionadas (llámese paradigma, programa de investigación, tradición de investigación, o como sea) a otro distinto.
- Dado que estas unidades más amplias tienen una estructura compleja, el cambio puede darse en ellas en distintos niveles, sin que tenga que cambiar todo de una vez.
- Ello permite que unas partes estén más expuestas al cambio que otras.

Aunque el tema de la **inconmensurabilidad** sigue siendo un asunto en discusión, la mayoría de los filósofos de la ciencia, incluyendo a los defensores de la inconmensurabilidad, consideran que el cambio en la ciencia es, salvo excepciones contadas y limitadas en su alcance, un cambio racional. Ahora bien, mostrar la racionalidad del cambio científico no significa que haya que encontrar normas suprahistóricas de evaluación capaces de encajar bajo ellas todo cambio producido, ni algoritmos para la toma de decisiones. Basta con mostrar que los cambios se han guiado por normas racionales, ellas mismas cambiantes y contextuales.

En cuanto al **papel de los factores externos** (sociales, políticos, económicos, psicológicos, etc.), la visión que prevalece hoy es que no es ni mucho menos despreciable, pero tampoco exclusivo. Y sobre todo, muchos de estos factores externos no deben ser excluidos por definición del campo de la racionalidad. Un interés especial se ha prestado al papel de los valores no epistémicos en el desarrollo de la ciencia.

- La idea de una ciencia completamente libre de valores o completamente neutral frente a ellos, como mantenía la imagen tradicional, ha sido criticada con eficacia por diversos autores
- Enlazado con el interés por los aspectos axiológicos de la ciencia, se ha producido también un renovado interés por las relaciones entre ciencia y política y entre ciencia y democracia, o, por ser más específicos, por la gobernanza democrática de la ciencia, por el papel de los expertos, por la gestión del conocimiento y la agenda investigadora, y por el modo de conseguir que la investigación se aproxime más a los intereses de los ciudadanos. Los trabajos de Philip Kitcher han ejercido en este asunto una gran influencia, sobre todo sus libros *"Science, Truth, and Democracy"* (2001) y *"Science in a Democratic Society"* (2011).

Finalmente, en torno al cambio de siglo, se hizo claro para muchos que la filosofía general de la ciencia no era un campo que previsiblemente fuera a dar resultados comparables a los que había dado con anterioridad en la obra de los autores que hemos comentado. Quien quisiera escribir algo sobre la ciencia desde un punto de vista filosófico tendría, pues, que **especializarse en una ciencia y hablar con un conocimiento cercano**. A finales de los 90 casi todos los filósofos de la ciencia empezaron a trabajar en alguna ciencia concreta, fue una cuestión generacional.

- La filosofía de la ciencia tradicional se había centrado sobre todo en la física, pero en ese momento había otras disciplinas científicas emergentes, como la biología o la economía, que despertaron una creciente atención.
- Las filosofías especiales de la ciencia han dominado desde entonces el panorama.

	NEOPOSITIVISMO	POPPER	KUHN	FEYERABEND	LAKATOS	TOULMIN	LAUDAN
El conjunto de supuestos principales de una ciencia	Una vez confirmado permanece para siempre	Es susceptible de refutación, aunque pueda ser protegido durante un tiempo	Posee elementos centrales inmunes a la refutación y que sólo cambian cuando el conjunto es abandonado	No pueden ser eliminados mediante una confrontación directa con “los hechos”	Posee elementos centrales inmunes a la refutación y que sólo cambian cuando el conjunto es abandonado	Posee principios tales que sólo pueden ser cambiados gradualmente	Posee elementos centrales que a veces cambian de forma gradual
La competencia entre conjuntos rivales de supuestos principales	No existe en la ciencia madura	Es la regla de la historia de la ciencia	Es la excepción más que la regla	Es la regla. Las alternativas son necesarias en el proceso de falsación	Es la regla	Es la regla	Es la regla
El sucesor de un conjunto de supuestos principales	Extiende la aplicación del conjunto anterior o la integra en un todo más amplio	Siempre incluye todos los éxitos explicativos de su predecesor	Raramente incluye todos los éxitos explicativos de su predecesor	Raramente incluye todos los éxitos explicativos de su predecesor	Siempre incluye todos los éxitos explicativos de su predecesor	Ha de mejorar los éxitos explicativos de su predecesor	Raramente incluye todos los éxitos explicativos de su predecesor
El cambio en la ciencia	Consiste en la extensión de dichos supuestos a nuevos fenómenos del mismo dominio o a fenómenos de otros dominios	Es abrupto y continuo	Es abrupto y total en los momentos decisivos	Es abrupto en los momentos decisivos	Por lo general no es abrupto. La evaluación puede tomar mucho tiempo	Es evolutivo, no hay revoluciones abso-lutas	Casi siempre es evolutivo y gradual
Dos conjuntos rivales de supuestos principales	No existen en la ciencia madura	Conmensurables	Inconmensurables	Inconmensurables	Conmensurables	Conmensurables	Conmensurables
Las reglas metodológicas en una ciencia madura	Nunca cambian	Nunca cambian	1er Kuhn: Siempre cambian 2º Kuhn: Algunos valores y criterios que cambian	Son transgredidas constantemente y cambian con el tiempo	Nunca cambian	Cambian con el tiempo	A veces cambian cuando cambian los supuestos principales
Los científicos cambian un conjunto de supuestos principales por otro distinto	Si los supuestos son realmente científicos (están bien confirmados) no cambian	Por razones científicas internas y comunes a todos los científicos	Por razones científicas y no científicas (Creencias filosóficas) que varían de un científico a otro	Debido a la propagación de los defensores del nuevo conjunto, y fundamentalmente por razones no científicas (preferencia estéticas, nacionalidad...)	Por razones científicas internas, aunque siempre queda un residuo explicable sólo por factores externo	Por razones que varían de científicas a no científicas	Por razones científicas basadas en regla compartidas, aunque en algunos casos pueden variar de un científico a otro
El progreso científico	Es acumulativo. Las nuevas teorías reducen a las anteriores	No es acumulativo. Aunque las nuevas teorías deben incluir todos los éxitos de las precedentes	Es acumulativo en la ciencia normal y revolucionario en las épocas de crisis (con pérdidas y ganancias	Hay ganancias y pérdida. A veces las nuevas teorías son menos comprensivas y generales	No es acumulativo, pero un PIC progresivo resuelve todos los problemas que resolvía el anterior	Es acumulativo. Los nuevos ideales de orden natural suplen a los ya existentes	Es parcialmente acumulativo. Hay pérdidas y ganancias, pero la ganancias compensan las pérdidas.
El progreso científico se produce por	Reducción de unas teorías a otras	Falsación de teorías y sustitución por otras más verosímiles	Revoluciones científicas en las que hay cambio de paradigma	Proliferación de teorías, crítica de las teorías establecidas y sustitución por otras	Abandono de programas de investigación degenerativos y aceptación de progresivos	Variación conceptual y perpetuación selectiva. Selección e incorporación de variantes intelectuales en competición	Sustitución de unas teorías por otras más efectivas en la resolución de problemas
El resultado del progreso científico es	La obtención de teorías cada vez mejor confirmadas	El progresivo acercamiento a la verdad: mayor verosimilitud	La mejor resolución de problemas con respecto a las teorías anteriores	Algo distinto juzgado desde el punto de vista de cada individuo o escuela	El aumento de la verosimilitud	Teorías que nos hacen comprender mejor el mundo	La mayor eficacia en la resolución de problemas

Cuestiones fundamentales de la Filosofía de la Ciencia

El conocimiento científico es el resultado de determinada práctica o actividad que podemos denominar, en sentido amplio, teorización. La filosofía de la ciencia consiste en un determinado tipo de saber relativo a dicha práctica

- Teorizar es generar saber explícito y la actividad científica es una de las formas de teorización.
- La filosofía de la ciencia pertenece al campo de los estudios metacientíficos pero sólo es parte de ellos.
- La filosofía de la ciencia tiene por objeto poner de manifiesto o hacer explícitos los aspectos filosófico-conceptuales de la actividad científica.

¿Qué es la Ciencia?

¿Cuál es la estructura de las teorías científicas?

¿Qué caracteriza el lenguaje de la ciencias?

¿Es la ciencia especial en algún sentido?

¿Hay características que definan la ciencia y permitan diferenciarla de otros ámbitos culturales? (criterio de demarcación)

¿Cómo progresa la ciencia?

¿El progreso es gradual y acumulativo, o revolucionario y discontinuo?

¿Por qué progresa de forma tan efectiva?

¿Progresa basado en criterios racionales en la elección de teorías con carácter objetivo y neutral, lo hace según factores sociales, económicos, políticos,...?

Estudio de la racionalidad del cambio de teorías en la ciencia y el modo en que éstas se revisan y sustituyen por nuevas teorías, produciendo fuertes rupturas epistémicas.

Reflexión de la ciencia como producto final pero también como actividad humana llevada a cabo en sociedad, pasando a un primer plano el cómo se practica y los distintos procesos (institucionales, sociales, políticos) que resultan en el conocimiento científico aceptado.

¿Cuál es el objetivo de la ciencia?

¿Es el progreso la única meta, o la más importante?

¿Cuál es esa meta?

¿Las teorías científicas son meras herramientas conceptuales (**Instrumentalismo**) o pretenden ofrecer una explicación verdadera de los fenómenos naturales? (**Realismo**)

¿Cuál es la autoridad epistémica de la ciencia?

¿Hay una base objetiva para sus privilegios y autoridad epistémica?

¿Cómo se integra la actividad científica con el resto de nuestras actividades sociales?

Carácter político de la ciencia:

¿Quién decide la agenda investigadora?

¿Cómo armonizar ciencia y democracia?

¿Cómo ordenar y gobernar adecuadamente la ciencia?

Carácter ético y social:

¿A quién beneficia el desarrollo científico-técnico?

¿Cabe un reparto más justo de los beneficios?

¿Qué controles pueden y deben establecerse en la investigación?

¿Qué papel y en qué condiciones han desarrollado las mujeres en la ciencia?. ¿Cabe pensar en una ciencia feminista?

¿Es legítima la modificación tecnológica del ser humano con vistas a su mejora? (transhumanismo)

¿Qué percepción tiene la sociedad de la ciencia y cómo debe mejorarse?

¿A qué se debe el auge de actitudes anticientíficas?

¿Cuáles son las causas del fraude en ciencia y cómo pueden eliminarse?

¿Qué labor ha de cumplir la Filosofía de la Ciencia?

¿Ha de limitarse a ser meramente **descriptiva** y simplemente dar cuenta de la labor que llevan a cabo los científicos?

¿Ha de ser una disciplina **normativa** que dicte a los científicos cómo ha de ser su proceder para llevar a cabo una buena ciencia?

¿Tiene utilidad para la Ciencia la Filosofía de la Ciencia?

La Filosofía de la Ciencia no tiene como objetivo central ser útil al científico en su trabajo o contribuir a mejorar la ciencia. Se centra en entender cuál es el papel que tiene la ciencia en la cultura, cómo funciona hoy y cómo lo ha hecho en el pasado, y por qué sus procedimientos metodológicos han sido tan exitosos para lograr un conocimiento útil.

Prejuicio y escepticismo por parte de algunos científicos

Richard Feynman: *"la Filosofía de la Ciencia es aproximadamente tan útil para los científicos como la ornitología lo es para los pájaros"*

Steven Weinberg: *"la filosofía adolece de una 'irrazonable ineffectividad' (frente a la irrazonable efectividad de la matemática)"*

Lewis Wolpert: *"los filósofos de la ciencia de este siglo no han hecho ninguna contribución que nos ayude a entender el proceso científico y por qué es tan exitoso. Los científicos ven su actividad con perplejidad e indiferencia"*

Contestaciones de filósofos

Imre Lakatos: *"quizá los científicos suelen entender lo que es la ciencia sólo un poco mejor que los peces entienden lo que es la hidrodinámica"*

Cristian Saborido: *"En realidad, la ornitología sería tremendamente útil para los pájaros si estos pudieran entenderla. Seguramente, los pájaros podrían comprender mejor qué es lo que hacen, por qué lo hacen, qué consecuencias tienen estas acciones para sus vidas y cómo podrían cambiarlas para lograr mayores recompensas."*

Posicionamiento filosófico involuntario

Cientificismo

Muchos científicos mantienen concepción determinada de su actividad como tal y de la propia ciencia como modo de conocimiento que les llega, indirectamente, desde la obra de filósofos de la ciencia

Mucha gente (científicos incluidos) conciben la ciencia como **modo de conocimiento neutral que se atiene únicamente a los hechos**. Hechos que, una vez establecidos, hablan por sí solos y que una vez el científico los observa con atención e infiere unas teorías que los expliquen, una vez éstas estén verificadas, daría lugar a una labor científica ajena a todo tipo de especulación.

Esta **imagen idílica de la ciencia**, que no oculta su rechazo a cualquier contaminación filosófica, es en ella misma una **vulgarización de la posición filosófica que es el positivismo**, que tuvo mayor empuje cuando fue sistematizada por Auguste Comte a mediados del siglo XIX, y que en cierto modo se vería reforzada por la labor filosófica del Círculo de Viena, que ha permeado (si bien de una interpretación simplificada y distorsionada de las tesis del Círculo) en gran parte de la sociedad a la hora de entender lo que es la ciencia.

Científicos filósofos

Cada vez son más los científicos que consideran erróneo este enfoque y que:

- entienden que **no hay hechos desnudos** sin una teoría previa que los localice y los interprete
- sostienen que **las teorías no vienen dictadas por los hechos**, sino que requiere de una labor creativa e imaginativa de la que los hechos son sólo una parte (importante), que además incluye y se ve afectada por otras teorías previamente aceptadas, ideas filosóficas, preconcepciones culturales y hasta creencias religiosas.
- entienden esta mezcolanza no como una contaminación, sino como **requisito imprescindible a la hora de poder realizar progreso en la ciencia**.
- aceptan que sus **teorías no son verdades inmutables y eternas**, sino más bien hipótesis más o menos exitosas, pero siempre revisables (influencia clara del falsacionismo de Popper).

La Filosofía de la Ciencia está implícita en la propia labor científica

Los principales filósofos de la ciencia tienen formación y experiencia científica (no se filosofa de espaldas a la ciencia)

Ejemplos de influencia directa de la filosofía de la ciencia en la labor científica

Ernst **Mach**, en su obra **"Desarrollo histórico-crítico de la mecánica"** (1883) realizó una crítica filosófica de los conceptos newtonianos de espacio y tiempo absolutos que tendría influencia sobre **Einstein** y sus estudios posteriores.

Disputas filosóficas entre **Bohr** y **Heisenberg** sobre la formulación de la **teoría cuántica**

Paradoja Einstein-Podolski-Rosen, (origen en disputas sobre cuántica y en las convicciones realistas y deterministas de Einstein) dando lugar a posteriores resultados experimentales que han permitido establecer, por ejemplo, que no son posibles teorías locales de variables ocultas.

En **filosofía de la biología** se da una colaboración especialmente activa entre científicos y filósofos, que ha permitido aclarar y articular términos y conceptos como el de "fitness", "especie" o "gen"

La **filosofía de la mente** ha hecho aportaciones interesantes a la psicología, como la modularidad de la mente, y ha formulado hipótesis interesantes sobre el significado y origen de la consciencia.

¿Debe la Filosofía de la Ciencia ser descriptiva o normativa?

Normativa: la tarea de la Filosofía de la Ciencia consiste en imponer normas que se supone deben seguir los científicos en su práctica, y 'juzgarles' o evaluarlos de acuerdo con tales normas

Descriptiva: lo único que cabe es describir cómo operan de hecho los científicos, y cómo lo han hecho a lo largo de la historia, absteniéndose de cualquier tipo de recomendación o legitimación

Normativismo
neopositivista
Criterios de
demarcación

El proyecto de **Ciencia Unificada** tiene un claro propósito **normativista**: fundamentación lógica de las ciencias, que habría de extenderse también hacia las ciencias humanas y sociales.

Aplicar el "método científico" como se viene haciendo desde Galileo a fin de **matematizar e incluir la experimentación** en la medida en que sea posible

Los criterios de demarcación neopositivistas: verificabilidad y confirmabilidad (también en Popper: falsacionismo y verosimilitud; y en Lakatos: falsacionismo sofisticado), tratan de determinar lo que es ciencia y lo que no, acorde a la imagen ideal de la ciencia que presenta la postura neopositivista.

Descriptivismo
"normativo" en
Kuhn

Fuerte **rechazo frente al normativismo del Círculo de Viena**. Busca una ciencia más apegada a la historia real de la ciencia evitando cualquier tipo de "reconstrucción racional"

No niega cierto normativismo, pero incide en función de socavar prejuicios provenientes de doctrinas filosóficas que han idealizado la ciencia, alejándola del modo en que en realidad ha sucedido.

Sin que sea un historiador, las posibles prescripciones del filósofo han de fundamentarse en la historia

La filosofía de la ciencia **no puede ser una mera descripción** del hacer científico ya que tendría que **renunciar al uso de conceptos normativos**. **Ni puede ser un sistema a priori de teorías** a partir de las que obtener normas de adecuación ya que **debe ser compatible con las características propias de la ciencia** que los científicos atribuyen a su propia actividad.

Intuiciones
preanalíticas,
naturalismo
normativo.
Larry Laudan

Intuiciones
preanalíticas

En "**Progress and its problems**" (1977) defiende **síntesis entre normativismo y descriptivismo**

El filósofo de la ciencia
posee ciertas **intuiciones
preanalíticas** sobre la
racionalidad científica

Casos históricos que se consideran como **arquetipos de racionalidad** (piedra de toque para evaluar y justificar propuestas metodológicas)

Las **propuestas metodológicas** han de juzgar la racionalidad de demás episodios de cambio de teorías.

El modelo de racionalidad
científico válido debe ser:

- **Descriptivo** respecto a casos paradigmáticos intuitivos
- **Normativo** respecto a demás episodios históricos "borrosos"

Naturalismo
normativo

Reniega de dichas intuiciones preanalíticas entendidas como juicios unánimes y permanentes

Las normas que establece la Filosofía de la Ciencia son "**imperativos hipotéticos**" que conectan medios y fines

La validez de dichas normas ha de ser establecida empíricamente mediante estudio de casos históricos

Tenemos un análisis descriptivo de la (historia de la) ciencia, que sustenta propuestas normativas, que serán revisables en tanto vayan apareciendo nuevas evidencias empíricas.

Epistemología
naturalizada.
Ronald Giere

Basa la propuesta de las normas hipotéticas en epistemología no en la historia de la ciencia, sino en las diversas disciplinas científicas involucradas en el análisis del conocimiento (**ciencias cognitivas, biología evolucionista...**)

Con el desarrollo de la epistemología naturalizada se produce un **resurgimiento del descriptivismo**, pero **sin abandonar el normativismo**.

El conocimiento empírico con el que fijamos nuestras creencias es relevante para la discusión acerca de las normas que han de establecerse para justificar dichas creencias. Por ello, **cuanto mejores teorías empíricas tengamos sobre el conocimiento, mejores normas epistémicas podremos obtener**

Descripción,
prescripción e
interpretación.
Díez &
Moulines

La Filosofía de la Ciencia describe, prescribe e interpreta, sin que una prevalezca a las demás

El hecho de **que describa no excluye el que pueda prescribir**, ya que la ciencia se rige de por sí por una serie de reglas convencionales implícitas a su propia práctica

Explicitar dichas reglas hace posible también **evaluar si han sido seguidas** o no en determinados casos y establecer así si la investigación ha procedido correctamente.

El **carácter normativo** no consiste aquí en decidir autónomamente qué reglas deben seguirse, sino en decidir qué reglas deben seguirse porque son de hecho las que rigen la práctica científica

Sus **interpretaciones** son siempre realizadas desde supuestos que pueden variar, y que de hecho han variado con el tiempo, (como cuando se ocupa del análisis y reconstrucción de las teorías científicas)

Importancia de la Historia de la Ciencia (y otras disciplinas) para la Filosofía de la Ciencia

Lakatos (parafraseando a Kant):

"La Filosofía de la Ciencia sin la historia de la ciencia es vacía; la historia de la ciencia sin la Filosofía de la Ciencia es ciega"

Ni los neopositivistas ni Popper contemplaron sus propuestas como algo que fuera a evaluarse a la luz de la historia de la ciencia

Neopositivistas: plantean **reconstrucción racional de la ciencia**. Esto da por sentado que la historia real no ha sido acorde a la imagen idealizada que tenían de la ciencia.

Popper: no consideraba que la historia de la ciencia sirviese para contrastar las teorías de la Filosofía de la Ciencia, al no considerarla como disciplina empírica.

Giro historicista

Años 50 y 60, la Filosofía de la Ciencia dirige su mirada hacia la **Historia de la Ciencia**

Fuente de la que sacar **ejemplos**

Elemento de juicio para probar la validez de las teorías filosóficas (contrastación de las teorías filosóficas con lo datos de la historia de la ciencia)

Hanson, Kuhn, Feyerabend, Toulmin, Buchdahl, Polanyi... **rechazo de la lógica formal** como herramienta principal (no desaparece), sustituido por confianza en el **estudio detallado de la historia de la ciencia**

Favorece

- Nuevas vías de investigación alternativa que permitan dirimir "discusiones escolásticas"
- Introducción entre los fines primarios de toda teoría filosófica de la ciencia el deseo de **ofrecer una imagen lo más ajustada posible del desarrollo histórico de la misma** (destacando factores extracientíficos: sociales, psicológicos, éticos, económicos, políticos)
- Imagen de la ciencia menos idealizada y "racionalista" que la ofrecida por el neopositivismo.

La visión simplificada de la historia de la Filosofía de la Ciencia como un primer periodo neopositivista seguida del historicista es demasiado simple.

No sólo fortaleció la importancia del estudio de la historia, sino que dio pie a una actitud más atenta a los problemas filosóficos suscitados por la propia ciencia, en vez de los problemas que al filósofo le interesa suscitar al hilo de la ciencia.

Naturalización de la epistemología

La historia de la ciencia no es la única disciplina relevante para el filósofo de la ciencia.

- Quine critica a la división analítico-sintético** y pone en duda que las bases epistemológicas puedan analizarse a priori mediante análisis conceptual, lógico o trascendental sin recurrir a los resultados propios de la investigación empírica
- En "**La naturalización de la epistemología**" (1969) defiende que **la epistemología debe naturalizarse**
- Se acepta el propiciar un **acercamiento entre epistemología y ciencias empíricas**, para que deje de ser una disciplina con pretensiones fundamentadoras de la ciencia y pase a ser un campo donde la investigación se base en los resultados de las disciplinas que algo tienen que decir acerca del conocimiento → propicia un **debate interdisciplinar**

Tres oleadas de naturalización

(1ª) [años 60] sustentar los modelos de cambio científico sobre **estudios históricos** detallados en vez de sobre preconcepciones filosóficas o reconstrucciones lógicas

(2ª) [años 70] oleada de **socialización**. Influenciados por **Kuhn**, los **sociólogos de la Universidad de Edimburgo**, y otros como **Latour** tratan de poner en relieve el carácter básicamente social (para cerrar controversias) en la investigación científica.

La **sociología de la ciencia** se convierte en enfoque imprescindible de la ciencia

(3ª) [años 80] Toma dos orientaciones principales

- Se basa en los avances en la **psicología cognitiva** (y otras ciencias cognitivas, en especial la inteligencia artificial)

Ronald **Giere**, Alvin **Goodman**, Paul **Thagard**, Paul **Churchland**

- Se basa en **disciplinas biológicas** (biología evolutiva, neurobiología)
- Trata de explicar las bases evolutivas de las capacidades perceptivas y cognitivas del ser humano.

La **epistemología evolucionista** parte de que nuestras capacidades cognitivas serían producto de la selección natural

Críticas

No es propiamente epistemología, ya que tiene un carácter descriptivo y no normativo. No sirve para justificar nuestros conocimientos, ni para establecer criterios de acuerdo con los cuales poder juzgar si son o no correctos.

Se basa en un **argumento circular**. Para establecer la fiabilidad de nuestro conocimiento presupone que la ciencia es fiable.

No ha ofrecido hasta el momento **resultados concretos** (nivel puramente programático).

Orígenes e historia de la Filosofía de la Ciencia

La ciencia es una parte de la cultura con una importancia creciente en la sociedad y encierra problemas filosóficos lejos de estar resueltos.

La filosofía de la ciencia como disciplina filosófica independiente es relativamente joven: se origina en el cambio de siglo (XIX-XX) → pero en sentido amplio es tan antigua como la filosofía misma.

Proto-historia de la filosofía de la ciencia

- s. III a.e.c.: **Platón** ya habla de la 'episteme' (~ciencia) como el conocimiento de calidad opuesto a la opinión
- s. III a.e.c.: **Aristóteles** tiene tratados en los "**Segundos analíticos**" acerca del 'método científico', donde la inducción y la deducción son procedimientos que permiten elaborar un conocimiento firme
- c. 1200: Robert **Grosseteste** y Roger **Bacon** profundizan y desarrollan las conclusiones de la silogística de Aristóteles
- 1620: Francis **Bacon**, en su "**Novum Organum**" critica la silogística Aristotélica y defiende el método inductivo como garante del progreso en el conocimiento. Metodología inductivista con la hipotético-deductiva
- c. 1650: **Galileo** enfatiza la matematización en la ciencia y la importancia de la experimentación
- 1637: René **Descartes**, en el "**Discurso del Método**" incluye un tratado metodológico propedéutico a sus tratados científicos ("**La dióptrica**", "**Los meteoros**", "**La geometría**"), donde combina método deductivo y mecanicismo
- 1687: Isaac **Newton** recoge su metodología experimental y resultados tanto en "**Philosophiae naturalis principia mathematica**" (1687), "**Opticks**" (1704), así como sus *Regulae Philosophandi* (reglas para filosofar)
- 1750: David **Hume** realiza la crítica al concepto de causalidad y de justificación de las inferencias inductivas, cuestionando el modo en que conocemos (en general, y por tanto el científico en particular)
- 1781: Immanuel **Kant**, en la "**Crítica de la razón pura**" analiza el rigor de la ciencia newtoniana una vez despierto del sueño dogmático (gracias a Hume), analizando la estructura que se esconde en las teorías de Newton y que se soportan en la geometría euclídea

Antecedentes

- 1830: John **Herschel**: "**A preliminary discourse on the study of Natural Philosophy**"
- 1837: William **Whewell**: "**History of the Inductive Sciences**" (1837), "**The Philosophy of the Inductive Sciences**" (1840). Estudio de la filosofía de la ciencia apoyado en la historia de la ciencia
- 1843: John Stuart **Mill**: "**A System of Logic**" (1843). Fuente del positivismo y del modelo N-D. Desarrollo sistemático de las ciencias humanas
- 1895: Ernst **Mach** – primera cátedra de filosofía de las ciencias inductivas (Viena)
- 1900: Pierre **Duhem** – argumentación en "**La teoría física. Su objeto, su estructura**" sobre la imposibilidad de refutar hipótesis mediante la experimentación
- 1922: Moritz **Schlick** (fundador del Círculo de Viena) ocupa la cátedra de filosofía de las ciencias inductivas
- 1905-1927: **Revolución en la física**: Einstein y la Teoría de la **Relatividad** (1905-1916) y Teoría **Cuántica** (1900-1930): Planck, Bohr, Dirac, Heisenberg, Schrödinger, Feynman... pone en duda la ciencia como filosofía kantiana sofisticada y el empirismo radical. Pone de manifiesto que:
 - La mecánica newtoniana no era una verdad definitiva
 - La creatividad humana y la inducción son necesarias para que en ciencia se hagan hipótesis arriesgadas que vayan más allá de los hechos observables

Círculo de Viena

- 1924: Reuniones los jueves por la noche organizadas por Moritz Schlick
- 1929: Hans **Hahn**, Otto **Neurath** y Rudolf **Carnap** redactan el manifiesto de "**La concepción científica del mundo: El círculo de Viena**"
- 1930: Revista "**Erkenntnis**", editada por Carnap y Reichenbach
- 1930: **Círculo de Berlín** (1930) – variante del Círculo de Viena con un empirismo lógico menos estricto y con influencias analíticas y el pragmatismo norteamericano. Reichenbach, Hempel, von Mises, Hilbert
- 1936: Nazismo y caída de la república de Weimar (1933). Comienza declive y migración: influencia en filosofías de otros países: UK (**Ayer**), USA (**Morris, Quine, Nagel, Goodman**), Polonia (**Lukasiewicz, Tarski**)...
- 1937: 'Instituto Internacional para la Unidad de la Ciencia' en La Haya
- 1938: "**Enciclopedia Internacional de la Ciencia Unificada**" de la Universidad de Chicago
- 1950-1965: El empirismo lógico es la filosofía predominante entre los herederos del Círculo, con influencias de la filosofía analítica y del pragmatismo norteamericano (**Reichenbach, Hempel**).

Crítica al neopositivismo	Críticas "internas"	<p>Quine: crítica a la distinción analítico-sintético (plantea la necesidad de naturalización de la epistemología)</p> <p>Goodman: crítica al reductivismo empirista</p> <p>Crítica a la separación observación-teoría y al modelo de explicación científica (Hempel, N-D)</p>
	Críticas externas	<p>Popper, Hanson, Toulmin, Kuhn, Lakatos, Feyerabend</p> <ul style="list-style-type: none"> Atacan concepción de la ciencia y la filosofía neopositivistas. Forjan la imagen del neopositivismo científicista y dogmático (leyenda negra del neopositivismo; en realidad eran más abiertos: publicaciones, autocrítica) <p>Hay que tener en cuenta su contexto histórico y geográfico, así como que fueron los que situaron en la agenda filosófica a la filosofía de la ciencia como problema destacado, además que con el tiempo tuvieron una mentalidad mucho más abiertas que aquellas otras escuelas que la criticaban.</p>

Publicaciones con especial repercusión en la Filosofía de la Ciencia

- 1830: "A preliminary discourse on the study of natural philosophy", John **Herschel**
- 1837: "History of the inductive sciences", William **Whewell**
- 1840: "The philosophy of the inductive sciences", William **Whewell**
- 1843: "A system of logic", John Stuart **Mill**
- 1929: "La concepción científica del mundo: El Círculo de Viena", Rudolf **Carnap**, Hans **Hahn**, Otto **Neurath**
- 1936: "Testability and meaning", Rudolf **Carnap** (sometimiento de teorías a tratamiento empírico. Confirmabilidad)
- 1938: "Experience and prediction", Hans **Reichenbach**
- 1938: "International encyclopedia of unified science", Universidad de Chicago
- 1948: "Studies in the logic of explanation", Carl **Hempel** y Paul **Oppenheim**
(Establecen análisis sobre el concepto de explicación científica y sienta las bases del modelo de cobertura legal)
- 1959: "The logic of scientific discovery", Karl **Popper** (reescritura en inglés del original de 1934)
(Plantea el falsacionismo y el método hipotético-deductivo como el predilecto en ciencia)
- 1961: "The structure of science", Ernest **Nagel** (Modelo de reducción de teorías: progreso científico neopositivista)
- 1962: "The structure of scientific revolution", Thomas S. **Kuhn**
(Giro historicista: mayor importancia de historia y sociología de la ciencia. Punto de vista del progreso científico)
- 1962: "Explanation, reduction, and empiricism", Paul **Feyerabend**
(Esboza algo que es elemento central de su filosofía: el principio de proliferación de teorías)
- 1963: "Conjectures and refutations", Karl **Popper** (Falsacionismo y racionalismo: como motores de progreso científico)
- 1969: "Naturalized epistemology", Willard van Orman **Quine**
(Crítica de la distinción analítico-sintético y donde defiende que la epistemología debe naturalizarse)
- 1971: "Statistical evidence and statistical relevance", Wesley C. **Salmon**
(Recoge las críticas al modelo de cobertura legal de Hempel y presenta su modelo de relevancia estadística)
- 1972: "Human understanding: the collective use and evolution of concepts", Stephen **Toulmin**
- 1974: "The structure of scientific theories", Frederick **Suppe**
(Estudio de la relevancia de la estructura en las teorías científicas (luego se desdiría en favor de los modelos))
- 1975: "Against method", Paul **Feyerabend** (No existe el Método Científico → Defiende el pluralismo metodológico)
- 1977: "Progress and its problems", Larry **Laudan** (Plantea progreso racional sin necesidad de búsqueda de la verdad)
- 1978: "Science in a free society", Paul **Feyerabend**
(Desarrolla temas sobre la repercusión social de la ciencia, el mito de ésta y los tipos de posturas epistemológicas)
- 1978: "The methodology of scientific research programmes", Imre **Lakatos**
- 1981: "The rationality of science", William **Newton-Smith** (análisis de modelos racionales de progreso científico)
- 1984: "Science and values", Larry **Laudan** (reformula su modelo de progreso científico por modelo reticular de racionalidad)
- 1984: "Scientific Explanation and the Causal Structure of the World", Wesley C. **Salmon**
(Reniega de su modelo de relevancia estadística y plantea el modelo mecánico-causal)
- 1987: "An architectonic for science", Balzer, Moulines, **Sneed**
(Desarrollo y planteamiento de los modelos de análisis de teorías de la concepción estructuralista)
- 1994: "Killing time", Paul **Feyerabend** (Suaviza posturas sobre ciencia en sociedad, importancia de la cultura compartida)
- 1996: "Beyond Positivism and Relativism", Larry **Laudan**

El Círculo de Viena

Grupo de científicos con interés filosófico formado en torno a Moritz **Schlick**: **Rudolf Carnap**, Herbert **Feigl**, Friedrich **Weissmann**, Hans **Hahn**, Gustav **Bergmann**, Karl **Menger**, Kurt **Gödel**, Philipp **Frank** y Otto **Neurath** entre otros

Inspiración filosófica	Empirismo radical (a través de Ernst Mach y su filosofía fenomenista de corte empirista radical)
	Análisis lógico para mostrar y resolver los problemas tradicionales de la filosofía (pseudo-problemas suscitados por uso ilegítimo del lenguaje)
	Avances en la lógica matemática y la filosofía del lenguaje (Frege, Russell, Wittgenstein)
	Posibilidad de reducción de la matemática a la lógica (' Principia Mathematica ' de Russell y Whitehead) y consideración de enunciados analíticos

Énfasis en el análisis lógico como única forma posible de hacer filosofía y la consideración de **la matemática y de la lógica como ciencias formales sin contenido empírico** era lo que más separaba sus planteamientos de los del positivismo anterior de Comte, Mill y Mach. Estos planteamientos quedan **limitados al estudio de las ciencias naturales y formales**

Manifiesto fundacional (1929): "**La concepción científica del mundo: El círculo de Viena**" (Hans, Carnap, Neurath)

- Es **empirista y positivista** (y científicista): sólo hay conocimiento a partir de la experiencia, que descansa en lo inmediatamente dado. Marca los límites del contenido de la ciencia legítima (~criterio de demarcación).
- La concepción científica del mundo se caracteriza por la utilización del **análisis lógico**. El objetivo del esfuerzo científico es **alcanzar la meta de la ciencia unificada**, aplicando el análisis lógico al material empírico

Publicación de la revista "**Erkenntnis**" (1930). Principalmente enfocada a contenidos propios del Círculo

Publicación pausada entre 1940-1975. Reanuda publicación, con un mayor alcance, hasta el día de hoy.

Círculo de Berlín (1930) – variante del Círculo de Viena denominada **empirismo lógico**, menos estricta y con influencias analíticas y el pragmatismo norteamericano. Reichenbach, Hempel, von Mises, Hilbert.

- Mayor influencia a partir de los 50, siendo la filosofía principal de los herederos del Círculo

Marcado **carácter antimetafísico**. La metafísica es un discurso sin sentido al no poder comprobarse empíricamente

Epistemología empirista que quiere reconstruir cómo opera la ciencia.

Reconstrucción lógica de teorías científicas tal y como deberían ser desde una consideración puramente racional

Discusión sobre lenguaje observacional o protocolario (el que usan los científicos) al que deben reducirse los enunciados con sentido	Lenguaje fenomenalista (Carnap, Schlick): referido sólo a experiencias inmediatas. Se prestaba problemático al limitar estrictamente a experiencias y fenómenos.
	Lenguaje fisicalista (Neurath): propiedades y relaciones observables entre las cosas materiales. Terminó siendo aceptado. Elimina subjetividad de sensaciones individuales

Ideal de ciencia unificada	El lenguaje fisicalista debía considerarse como el lenguaje universal de la ciencia . Los enunciados sintéticos, para tener significado han de reducirse a lenguaje que verse sobre cosas observables
	Como meta lejana era imaginada una futura física teórica de la cual serían derivables todos los fenómenos observables del universo

Epistemología empírica	(0) Distinción analítico (significado y estructura lógica) y sintético (dice algo empíricamente observable)
	(1) Para tener significado, los enunciados han de ser reducibles a contenidos que se refieran a objetos observables o propiedades observables
	(2) El discurso significativo se identifica con la ciencia. La metafísica carece de sentido empírico porque sus enunciados son sintéticos, pero no reducibles a cosas o propiedades observables .
	(3) Existe una base puramente observacional sobre la que se fundamenta la objetividad científica . La ciencia se fundamenta en enunciados que pueden ser observados.
	(4) La observación científica es un proceso neutral desde el punto de vista teórico (separación observación-teoría)
	(5) Sobre la base de los datos observacionales el científico aplica inferencias inductivas
	(6) Fuerte apoyo inductivo que alcanzan las leyes generales y las teorías justifica su admisión por los científicos. Existencia de muchos hechos que apoyen la confirmabilidad de las leyes y teorías
	(7) El desarrollo científico es un proceso acumulativo en el que se va mejorando el apoyo inductivo de las leyes y teorías, de modo que las que ya han logrado una confirmación suficiente pasan a formar parte de un cuerpo bien establecido de conocimientos.

Distinción de Reichenbach	Contexto de justificación : a lo que debe limitarse el filósofo. Evaluar procedimientos con los que los científicos justifican las teorías que defienden, desentendiéndose del contexto de descubrimiento
	Contexto de descubrimiento : Reconstrucción y descripción de origen y desarrollo real de las teorías. A la filosofía de la ciencia no le atañe: no se somete a criterios lógicos (psicólogos, sociólogos e historiadores)

Modos de inferencia

Deducción

La conclusión se sigue demostrativamente de las premisas → son **preservadoras de la verdad**

No es posible que sean verdaderas las premisas y que al mismo tiempo sea falsa la conclusión → si se acepta la verdad de las premisas debe necesariamente aceptarse la verdad de la conclusión

No son inferencias ampliativas: la conclusión despliega una información que ya estaba implícita en las premisas

La verdad de un argumento y su corrección formal son dos cosas distintas (lógica formal)

Ej: (1) ballenas son mamíferos, (2) mamíferos son de sangre caliente, (3) ballenas son de sangre caliente

Ej: $E=mc^2$ (Einstein), $E=h\nu$ (Planck), $\nu=c/\lambda \rightarrow \lambda mc^2=hc \rightarrow \lambda=h/mc=h/p$

Louis de Broglie: "una onda puede ser una partícula y una partícula puede ser una onda"

Inducción

La conclusión no se sigue demostrativamente de las premisas. sólo obtiene un cierto apoyo o fundamentación

Las premisas proporcionan una **buena razón para aceptar la conclusión**, o que ésta se sigue de aquéllas no con necesidad lógica, sino sólo con un **grado de probabilidad**. Un argumento inductivo será tanto mejor cuanto mayor sea el apoyo que las premisas presten a la conclusión: cuanto más probable hagan a la conclusión

La verdad de las premisas no implica la verdad de la conclusión → el argumento puede ser lógicamente aceptable pese al hecho de llegar a una conclusión falsa desde premisas verdaderas.

Las conclusiones de las inferencias inductivas están sujetas a excepciones. Pueden ser verdaderas en muchos casos, pero falsas en otros. Y esas excepciones no inutilizan el argumento

Inferencia ampliativa → hay siempre más información en la conclusión de la que se contiene en las premisas

El carácter ampliativo ha dado lugar a una intensa discusión desde Hume en adelante acerca de cómo justificar el salto hacia una mayor información (el **problema de la inducción**)

Enumeración simple

Si una serie indefinida de casos coinciden en una propiedad (o en su carencia), se generaliza y se concluye que todos los casos la presentan (o carecen de ella)

- Cuanto mayor sea el número de casos observados, más fuerza tendrá el argumento.
- Si examinamos todos los casos posibles y todos coinciden en una propiedad, la conclusión se establece deductivamente, no inductivamente → '**inducción por enumeración completa**'.

Ej: Juan, humano mortal; Pepe, humano mortal; Ana, humana mortal;... todo humano es mortal

Inducción eliminativa

Origen en tablas de presencia y ausencia de Bacon.

Puede considerarse como inducción eliminativa el método de la diferencia y el método conjunto de la concordancia y la diferencia de John Stuart Mill. Procedimiento inferencial especialmente útil en la detección de las causas de un fenómeno. Básicamente, se razona del siguiente modo:

- Si cuando se da un fenómeno concurre con C , y cuando falta C , y siendo todo lo demás igual, no se da el fenómeno, entonces C es (o forma parte de) la causa del fenómeno

Ej: Muerte puerperal en división A (estudiantes de prácticas que vienen de la morgue sin lavarse las manos) de maternidad y no en B (comadronas sin contacto con cadáveres)

Razonamiento estadístico

Generalización estadística: premisa de que en determinada muestra de población la proporción de miembros que poseen cierta propiedad es r para concluir (con cierto margen de error según lo representativa que sea la muestra) que la misma proporción se da en la población completa

- $P(B/A)=r$
- i es un caso de A
- Por tanto, con la probabilidad r , i es un caso de B .

Ej: Tierra similar a planetas del Sistema Solar. Todos giran alrededor del Sol; varios giran alrededor de su eje; algunos tienen lunas. Por consiguiente, no es disparatado pensar que estén habitados.

Razonamiento por analogía

Se parte de premisas que expresan la similitud de dos o más cosas en un cierto aspecto para concluir la similitud de esas cosas en otro aspecto distinto.

- A es P, Q, R, S .
- B es P, Q, R .
- Por lo tanto, B es S .

Ej: Tierra similar a planetas del Sistema Solar. Todos giran alrededor del Sol; varios giran alrededor de su eje; algunos tienen lunas. Por consiguiente, no es disparatado pensar que estén habitados.

	<p>Desarrollado por Pascal, Fermat y Dedekind. No es inductivo, sino deductivo:</p> <p><i>si el primer elemento de una serie posee una propiedad P, y el sucesor de cualquier elemento de la serie que la posea también la posee, entonces todos los elementos de la serie poseen la propiedad P.</i></p> <p>Como en la enumeración completa, la generalización realizada no contendría más información que la que estaba implícita en las premisas → es un argumento deductivo</p>
Abducción	<p>Inferencia de la mejor explicación e incluso como inducción hipotética. Se debe a Charles Sanders Peirce</p> <p>Hay discusión de si es un tercer tipo de inferencia o un caso particular de razonamiento inductivo</p> <p>No se trata de una inferencia demostrativa → la conclusión se establece solo con un cierto grado de confianza o de justificación, pero no con necesidad lógica.</p> <p>Como la inducción, un tipo de inferencia ampliativa y un tipo de inferencia no-monótona. Esto último significa que la adición de nuevas premisas, de nuevas evidencias, puede llevar a cambiar la conclusión.</p> <p>Se parte de un fenómeno que necesita una explicación y se concluye aquella hipótesis que mejor explica dicho fenómeno, entendiendo por tal aquella de las explicaciones disponibles adecuadas al fenómeno que sea más simple, más coherente con otras hipótesis aceptadas, más exacta, más capaz de encajar todos los detalles, más abarcante, etc.</p> <p>Tienen especial relevancia dentro del debate sobre el realismo científico, ya que los realistas han solido utilizarla en defensa de sus tesis, afirmando que el realismo es la hipótesis que mejor explica el éxito de la ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • D es una colección de datos • H explica D • Ninguna otra hipótesis puede explicar D tan bien como H • Por lo tanto, H es probablemente verdadera. <ul style="list-style-type: none"> ◦ O bien H merece ser provisionalmente aceptada y desarrollada <p><u>Ej</u>: yacimiento de cánidos antiguos con cráneo de espécimen anciano con deformaciones genéticas → podría explicarse asumiendo ayuda y cuidados por parte del resto de la jauría</p> <p><u>Ej</u>: 13 procedimientos basados en fenómenos físico diferentes que resultan en valores para el número de Avogadro que se comprenden entre $6-7 \cdot 10^{23}$ → dicho valor existe y se encuentra comprendido en dicho rango ($A = 6,023 \cdot 10^{23}$)</p>
Consideraciones sobre las inferencias	<p>Es incorrecta la definición clásica desde tiempos de Aristóteles de que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la deducción como un tipo de inferencia que va de lo general a lo particular. • la inducción como un tipo de inferencia que va de lo particular a lo general. <p>No es correcto caracterizar la inducción como el “método científico”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las inferencias inductivas desempeñan una función importantísima en la ciencia y en la vida cotidiana, pero no se reducen a la generalización a partir de observaciones. • La abducción o inferencia de la mejor explicación encaja mucho mejor con buena parte de la práctica científica habitual. <u>Ej</u>: “El origen de las especies” (Darwin) es un largo argumento abductivo. • La deducción es usada muy a menudo en las ciencias empíricas, especialmente en contrastación de hipótesis. • No se ha conseguido además determinar algún procedimiento útil y al mismo tiempo lo suficientemente general como para que pueda identificarse con el método científico. • La obtención de hipótesis, de leyes y de teorías científicas (el contexto de descubrimiento) obedece más a la capacidad creativa de los científicos que a un proceso metódico sometido a reglas tales como la de observar casos concretos para posteriormente realizar una generalización inductiva. • Es cierto que los científicos emplean métodos de investigación y de contrastación de hipótesis, pero estos métodos pueden variar mucho en las distintas ciencias y, como ya señaló Feyerabend, no parece posible realizar una síntesis de todos ellos que pudiera considerarse de aplicación general.

Hipótesis

Literalmente 'hipótesis' significa 'supuesto', 'lo puesto debajo' (*hipo + thesis*).

- **hipótesis científica:** propuesta/afirmación contrastable empíricamente, provisional y revisable según nuevas experiencias

Generalmente se trata de un enunciado (aunque también un modelo puede entenderse como hipotético), formulado de manera precisa, que trata de dar cuenta de los fenómenos sometidos a investigación o de solucionar un problema.

- Se supone que si dicho enunciado es verdadero, entonces los fenómenos en cuestión quedan explicados.
- Para **Popper** (y seguidores) **todos los enunciados científicos** (y leyes de diverso tipo), tienen **carácter de hipótesis**. Permanecen siempre como conjeturas que se aceptan tentativamente mientras no hayan sido refutadas por la experiencia, sin que nunca puedan ser tenidas por verdades establecidas de forma definitiva.

Usos del término hipótesis	<ul style="list-style-type: none"> • Momentos en que por 'hipótesis' se entendió una falsedad útil. <u>Ej</u>: Roberto Bellarmino aconseja a Galileo enseñar el sistema copernicano sólo como una hipótesis. • Hipótesis una especulación imposible de probar experimentalmente o con carácter cuasi-metafísico. <u>Ej</u>: Newton cuando afirmaba que en su obra él no inventaba hipótesis (hypotheses non fingo) <u>Ej</u>: El dado por científicos del XIX al considerar la teoría atómica de Dalton como mera hipótesis. <u>Ej</u>: En la actualidad estos sentidos instrumentalistas o peyorativos del término están en desuso. • En ocasiones los términos 'hipótesis', 'ley' y 'teoría' son empleados como sinónimos. • En otros contextos se usa como propuesta científica que todavía está en proceso de contrastación <ul style="list-style-type: none"> ◦ Búsqueda de más evidencia empírica que la apoye o la refute, o sobre cuya aceptación aún se discute en el seno de la comunidad científica <u>Ej</u>: propuesta de Luis y Walter Álvarez de la extinción cretácica consecuencia del meteorito ◦ 'ley': han alcanzado confirmación suficiente o son aceptadas sin discusión por la comunidad científica. ◦ 'teoría' para un conjunto estructurado de hipótesis y de leyes <p>Todas estas distinciones son problemáticas, sobre todo si se intentan aplicar de una forma rígida</p> <ul style="list-style-type: none"> • No toda hipótesis es susceptible de convertirse en ley, ni toda teoría contiene necesariamente leyes (especialmente en el caso de la biología y las ciencias sociales) <u>Ej</u>: La hipótesis de los Álvarez difícilmente podría tornarse en ley • Uso de estos conceptos puede venir dado por la costumbre o la práctica establecida, más que por el significado estricto que se quiera estipular, aplicados con independencia del grado de confirmación o autoridad de los enunciados a los que se atribuyen. <u>Ej</u>: hipótesis de Avogadro, cuando podría hablarse de ley.
Hipótesis y "método científico"	<p>Hipótesis científicas sometidas a contrastación a partir de sus consecuencias empíricas → importancia de que estén formuladas de manera precisa → más precisión, más determinables serán estas consecuencias.</p> <p>Método hipotético-deductivo (descripción idealizada): derivar deductivamente de la hipótesis a contrastar, con ayuda de supuestos auxiliares, predicciones acerca del comportamiento de los fenómenos que caen bajo ella.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se cumplen → evidencia en contra (hipótesis + supuestos) → Puede conducir a su abandono. • Se cumplen → evidencia a favor (hipótesis + supuestos) → refuerza confianza de la comunidad científica <p>Proceso de contrastación de hipótesis presenta una complejidad mucho mayor y sus resultados pueden no ser tan nítidos o concluyentes como para apoyar o contradecir a la hipótesis de forma clara y evidente para todos</p> <p>Controversia</p> <ul style="list-style-type: none"> • La derivación de predicciones depende de la interpretación que hagamos del contenido de la hipótesis a contrastar y supuestos que la acompañan (varia mucho de un científico a otros) • La interpretación de los resultados experimentales acerca del cumplimiento o incumplimiento de la predicción puede ser discutible, posibilitando entonces que factores externos

Hipótesis en la historia de la ciencia

Francis Bacon	<p>Muy restrictivo (como Newton) a la hora de admitir las hipótesis en ciencia.</p> <p>Distinción en 'Novum Organum'</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anticipaciones de la mente: opinar de forma bella y probable sin que se haya realizado un cuidadoso razonamiento inductivo → meras opiniones o conjeturas. • Saber de forma cierta y ostensiva (Interpretatio Naturae): aplicación del método inductivo
Galileo	<p>La verdad científica es verdad demostrada y no mera hipótesis (aunque sí que formula hipótesis)</p> <p>Para Galileo las hipótesis utilizadas en la ciencia quedan justificadas por completo cuando sobre ellas se consigue establecer una ley matemática confirmada experimentalmente → dejan de ser meras hipótesis para transformarse en la descripción verdadera de la estructura esencial del fenómeno</p>
Descartes	<p>Vocabulario filosófico plagado de expresiones tales como 'certeza', 'evidencia', 'principios indudables', 'demonstración', 'verdad necesaria' → considera que el uso de hipótesis es un auxilio necesario en las ciencias, siempre que dichas hipótesis sean plausibles gracias a una evidencia racional o empírica en su favor. Ciertas hipótesis, caracterizada por su apoyo empírico y racional y por su éxito explicativo, no sólo son lícitas, sino inevitables</p>

Isaac Newton	<p>Desde Bacon nadie había luchado tanto contra el uso de hipótesis ni se había opuesto de forma tan vehemente a aceptar como hipotéticas sus propias teorías. Su famoso "hypotheses non fingo" aparece en el <i>Escolio General</i> de la segunda edición (1713) de sus "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" (en realidad sí que especuló sobre la causa de la gravedad, aunque fue cauteloso sobre la verdad del resultado)</p> <p>Si bien el trabajo científico de Newton representa un auténtico avance en la evolución del ideal de ciencia, en lo que se refiere al reconocimiento explícito del papel jugado por las hipótesis en la ciencia, su discurso metacientífico supone aparentemente una considerable vuelta atrás</p> <p>La separación entre el método que dice seguir y el que de hecho emplea es mayor incluso que en Galileo y Descartes. Lakatos habla de la "esquizofrenia de Newton"</p> <p>Newton desea presentar el método científico como un método inductivo-deductivo (analítico-sintético) donde las hipótesis no tienen cabida. Sin embargo, en su práctica como científico, a diferencia de en sus comentarios metodológicos, Newton es un decidido practicante del método hipotético-deductivo</p> <p>Disputas con cartesianos: falta de racionalidad (Newton) y falta de resultados experimentales (cartesianos)</p>
John Herschel	<p>Intentó poner el concepto de hipótesis donde corresponde según ideal de conocimiento científico Newtoniano</p> <p>Al ser los hechos los que guían la investigación, existe la posibilidad clara de que sean las hipótesis las conductoras de la investigación (lo desarrolla en "Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy" (1830))</p> <p>Partidario del uso de hipótesis en la ciencia como procedimiento complementario de la inducción</p>
William Whewell	<p>La suya constituye la defensa más decidida del uso de hipótesis que se produjo con anterioridad al siglo XX</p> <p>No complementa la inducción, el razonamiento inductivo es en sí mismo un proceso de selección de hipótesis</p> <p>El científico tiene una casi total libertad para imaginar hipótesis que él crea que pueden ser útiles, la única restricción es que estas hipótesis vengan sugeridas por los mismos hechos</p> <p>El científico debe cuidarse de someter sus hipótesis a contrastación empírica, así como en estar dispuesto a abandonarlas tan pronto como no resulten confirmadas por los hechos</p>
John Stuart Mill	<p>Conforme con Whewell, pero cree que las hipótesis son necesarias en la investigación y que toda teoría y toda ley comienzan siendo una hipótesis, hasta que pasan por el tamiz de los métodos inductivos</p> <p>Desconfía de la creatividad del científico y exige el uso científico de hipótesis debe estar restringido por el acatamiento de ciertas condiciones: que sea la única explicación de los hechos que pueda encontrarse, que verse sobre cosas existentes y no sobre objetos ficticios, y que sea verificable empíricamente.</p> <p>Las hipótesis son procedimiento sustitutivo de la inducción en aquellas ciencias donde no es factible la aplicación directa de los métodos inductivos. Propone el método hipotético: (1) inventar hipótesis (2) deducir efectos que se siguen de ellas (3) verificar hipótesis comparando lo deducido con lo observado</p> <p>Discusiones con Whewell → el papel de las hipótesis pasa a considerarse fundamental dentro de la F^a de la C^o.</p>
Ernst Mach	<p>Es conocida su prolongada hostilidad a la hipótesis de la existencia de los átomos</p> <p>Las hipótesis son instrumentos que prestan un servicio auxiliar, y si acude a entidades no experimentales debe aceptarse sólo provisionalmente en tanto que tenga utilidad heurística, abandonándose cuanto antes.</p> <p>El uso de hipótesis es inevitable, pero su función es subordinada, provisional, y lo que importa son los hechos</p> <p>No pueden ser el estadio final de la investigación y no pueden sustituir a los hechos como base de justificación</p>
Henry Poincaré	<p>La experiencia no es todo en ciencia. Es imprescindible realizar generalizaciones, donde toda generalización es una hipótesis, siendo necesario verificar dichas hipótesis (descartar las que no se cumplan)</p> <p>Además de generalizaciones, hay hipótesis naturales (forman parte del fondo de todas la teorías de la física) y las hipótesis indiferentes (instrumentos de cálculo no verificables que sirven de ayuda instrumental)</p>
Pierre Duhem	<p>Lugar central de las hipótesis en ciencia, que no son sino instrumentos o recursos cómodos para economizar experiencias, (las valora más que Mach). Se aceptan siempre que no contengan contradicciones</p> <p>Son proposiciones que se formulan de modo arbitrario para apoyar cálculos, pero si ayudan a descubrir nuevas leyes se consideran como relaciones objetivas entre las cosas (clasificación natural) que lo acerca al realismo</p>
Círculo de Viena	<p>La actitud cada vez más abierta hacia el uso de hipótesis se afianza dentro del Círculo: "Las leyes de la naturaleza son suposiciones que nunca pierden su carácter hipotético; nunca podemos estar absolutamente convencidos de su validez. Ni disponemos de medio alguno con el que probar la validez universal de dichas leyes".</p>
Karl Popper	<p>Todas las teorías científicas tienen un carácter hipotético y jamás podrán ser otra cosa que conjeturas</p> <p>No se puede probar la verdad definitiva → las ciencias son sistemas de hipótesis, no cuerpos de conocimiento.</p> <p>Nunca puede probarse la verdad de una hipótesis → el conocimiento científico consiste simplemente en hipótesis que no han sido refutadas por el momento → es tarea del científico inventar siempre hipótesis que puedan dar razón de los éxitos de las anteriores y superar las pruebas que éstas no pasaron</p>

Leyes

Es habitual entender una ley científica como un **enunciado** (~formulable como una ecuación matemática) que expresa una **relación regular y empíricamente contrastable entre los fenómenos** o propiedades seleccionadas de los fenómenos.

- **Ley universal o determinista:** la regularidad se afirma universalmente y sin excepciones en todos los casos
Ej: ley de la gravitación universal de Newton: $F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$
- **Ley probabilística:** se afirma sólo una regularidad que se da en una serie de casos pero no en otros, admite excepciones
Ej: ley de Elster y Geitel sobre la desintegración radioactiva: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$
 - el cumplimiento de la relación establecida por la ley se mantiene en un cierto porcentaje de casos

David Lewis → terminología de la **semántica de mundos posibles**.

- **Ley determinista:** no puede haber dos mundos posibles iguales antes de t que, sin violar la ley, difieran tras t
- **Ley probabilística:** permite la existencia de tales mundos posibles idénticos antes de t y diferentes después de t , aun cuando ambos satisfagan la ley

El concepto de ley científica es uno de los de más difícil caracterización. No todo enunciado universal o probabilístico que exprese una regularidad en los fenómenos es una ley científica (¿que diferencia una ley de una **generalización accidental**?)

Puntos de vista históricos sobre el concepto de ley científica

Desde Aristóteles a Locke	Las leyes científicas establecían conexiones necesarias entre propiedades Aceptar la existencia de una necesidad natural y objetiva que ligaba entre sí ciertos acontecimientos y no otros → Carga metafísica, sospechosa para algunos (¿en qué consiste conexión necesaria entre fenómenos?)
Hume	La diferencia entre leyes y generalizaciones accidentales no es objetiva, depende de las actitudes mentales que mantenemos hacia cada una de ellas. Hume descartaba (al carecer del más mínimo fundamento empírico), el que realmente hubiera una conexión necesaria entre ciertos fenómenos → Lo único real y observable es la conjunción constante de los fenómenos Reconocía que la idea de una conexión necesaria forma parte inevitable de nuestra noción de causalidad , pero creía que era una proyección de nuestra mente → Carácter subjetivo de las leyes. Nuestra actitud epistémica las diferencia de generalizaciones accidentales
Círculo de Viena	Goodman, Chisholm y Nagel, siguiendo a Hume, destacan que las leyes científicas parecen en principio implicar algo más fuerte que la simple regularidad observada entre fenómenos Una ley científica (determinista) lleva aparejada la idea de que la regularidad se seguirá cumpliendo en casos no observados hasta el momento → parecen enunciar regularidades de cumplimiento necesario La diferencia fundamental entre una ley científica y una generalización accidental estribaría en que sólo la primera puede justificar, en virtud de ciertas características a determinar, los correspondientes enunciados condicionales subjuntivos o enunciados condicionales contrafácticos: <ul style="list-style-type: none"> • Enunciado condicional subjuntivo: enunciado del tipo 'Si A, entonces B' expresado en forma subjuntiva. • Enunciado contrafáctico: Cuando se sabe positivamente que el antecedente A no se da en la realidad se dice que es un enunciado contrafáctico (literalmente, contrario a los hechos). <u>Ej:</u> Si sé que Juan no ha venido a clase, podemos formular el siguiente condicional contrafáctico: 'Si Juan hubiera venido hoy a clase, entonces no se habría perdido la explicación del concepto de ley científica'. Las leyes científicas pueden justificar condicionales subjuntivos y contrafácticos porque: <ul style="list-style-type: none"> • Son enunciados universales irrestrictos no vacuamente verdaderos -no los hace verdaderos el mero hecho de que no haya nada que satisfaga el antecedente- y los elementos de juicio en su favor no coinciden, a diferencia de las generalizaciones accidentales, con su ámbito de predicación. • Esto les capacita para hacer predicciones y participar en explicaciones científicas. Pero no vale como condición necesaria y suficiente de leyes científicas. Los enunciados analíticos, que no son leyes científicas empíricas, permiten también justificar sus correspondientes contrafácticos. Para salvar la propuesta, se podría definir las leyes científicas como aquellos enunciados no analíticos capaces de justificar enunciados subjuntivos y contrafácticos , pero: <ul style="list-style-type: none"> • Hay quienes piensan que la capacidad de justificación mencionada depende del contexto, no puede atribuirse exclusivamente a la naturaleza de las leyes como tales

- Se objeta que la capacidad de ciertas generalizaciones para justificar enunciados contrafácticos nos hace caer en una **argumentación circular**

Algo importante sobre las leyes científicas, y que no se cumple con las generalizaciones accidentales, es que **se considera muy deseable que mantengan conexiones entre sí**, esto es, que en lugar de presentarse aisladas unas de otras, formen una **estructura coherente y de apoyo mutuo**. → integración en teorías más generales

Para **Nagel**, que consideremos a un enunciado una ley científica depende de que esté integrado en un sistema semejante → lo esencial es que las leyes son capaces de integrarse en sistemas deductivos de cierto tipo mientras que las generalizaciones accidentales no lo son

Leyes científicas van **ligadas a algún tipo de necesidad**, aunque sea una necesidad más débil que la aristotélica (de modo contrario a la posición humeana)

Popper asumió que las leyes científicas describen **necesidades físicas** (como en el sentido de todos los mundos posibles que difieren del real sólo en las condiciones iniciales (leyes deterministas), o en el sentido de que describen propensiones objetivas (leyes probabilísticas)). Basta para explicar por qué permiten justificar condicionales subjuntivos y contrafácticos → Fue acusada de **circularidad**: un mundo posible que difiere del real sólo en las condiciones iniciales sólo puede ser como un mundo donde se cumplen las mismas leyes que en el real.

Los defensores más destacados de que **las leyes científicas implican la idea de necesidad "nómica"** han sido Fred **Dretske** (1977), David **Armstrong** (1983) y Michael **Tooley** (1987).

- Las leyes científicas **expresan relaciones entre propiedades o universales** → 'realismo sobre las leyes'
- **Dretske**: las leyes no son enunciados universales acerca de objetos o situaciones particulares, sino **enunciados singulares acerca de propiedades universales**. Ej: ser metal implica propiedad de buen conductor

Dretske,
Armstrong
y Tooley
Realismo
sobre las
leyes

Que las leyes vayan más allá de los objetos particulares y se refieran a propiedades es precisamente lo que les permite, según Dretske, justificar a los contrafácticos. En generalizaciones accidentales, es esta relación entre propiedades la que falta

Argumento falaz:

- *Todos los F son G*
- *Esto es F*
- *Luego esto ha de ser G*

Conclusión con carácter modal que no tienen las premisas.
Salto ilegítimo en el razonamiento

Argumento válido:

- *La F-idad → la G-idad*
- *Esto es F*
- *Luego esto ha de ser G*

Carácter modal de la conclusión se deriva de relación entre propiedades establecida en la primera premisa

Se objeta que **muchas leyes tienen un dominio limitado de aplicación** → no pueden tratarse de relaciones entre universales: (1) las leyes de la mecánica newtoniana no se aplican a sistemas con velocidades cercanas a la de la luz o a sistemas subatómicos, (2) las leyes de la relatividad general no se aplican a distancias muy pequeñas, en las que los efectos cuánticos son apreciables

Hasta pueden tratarse de **idealizaciones que no son estrictamente correctas aplicadas a los sistemas reales**, como es el caso de la ley de los gases ideales. Quizás alguna variante del realismo podría superar esta dificultad

Principal problema: **exige un compromiso con al menos cierto realismo** acerca de los universales que no todos los filósofos de la ciencia están dispuestos a asumir

Se ha **puesto en cuestión la idea de que existan leyes de la naturaleza universales** y necesarias y, por tanto, que la idea de que la misión de la ciencia sea descubrir tales leyes.

Bas **van Fraassen**, Nancy **Cartwright** y Ronald **Giere** (adscritos a la **concepción semántica de las teorías**), han argumentado de forma independiente que **las leyes universales**, entendidas como afirmaciones generales acerca de sistemas reales (y no meramente acerca de modelos ideales), **son en su mayor parte falsas**.

Los sistemas reales rara vez son lo suficientemente simples para comportarse de acuerdo con dichas leyes.

A partir de
los años 80

- No debe concederse al concepto de ley universal el papel central que todavía hoy se le atribuye por parte de los filósofos para explicar el funcionamiento de la ciencia
- Ventaja de acercar más la física a otras ciencias, como la biología o la economía, donde no cabe hablar de leyes en el mismo sentido que en física, pero donde sí se dan **modelos formales** o **generalizaciones contingentes** que cumplen funciones explicativas.
- No obstante, **el concepto de ley tiene un arraigo muy fuerte** tanto en ciencia como en filosofía y sigue siendo un concepto útil para entender lo que hacen los científicos. Es difícil que sea abandonado o relegado, pese a los problemas señalados.

Teorías

Uso cotidiano: se suele entender por teoría todo aquello que está muy **alejado de la práctica** o acerca de cuya verdad se duda porque **no puede ser comprobado** en la realidad → confusiones con términos como *Teoría de la evolución*

- **Nagel** da una definición confusa que da a entender que las leyes sólo refieren a entidades o propiedades observables
- **Carnap** distingue entre **leyes empíricas** y **leyes teóricas** (\equiv teorías)
- En filosofía de la ciencia actual hay dos enfoques distintos y 'opuestos': concepciones **enunciativa** y **semántica**

Defendida en diferentes versiones por los empiristas lógicos, Popper, Kuhn, Lakatos, Toulmin, Feyerabend, Laudan, Putnam y Niiniluoto,... mayoría de los filósofos de la ciencia del siglo XX → **la concepción heredada**

Las **teorías son entidades lingüísticas** → sistemas de hipótesis en forma de enunciados generales más o menos estructurados jerárquicamente

Empiristas lógicos: en el caso ideal las teorías de las ciencias empíricas debían formularse como sistema de axiomas susceptibles de una interpretación fáctica. De los axiomas se derivarían deductivamente otros enunciados (teoremas) que desplegarían el contenido de la teoría en el dominio correspondiente

Concepción enunciativa (concepción heredada)

Reglas de correspondencia

Interpretación que conecta términos teóricos con fenómenos observables

Ponen en conexión cosas observables con inobservables

- T : **componente teórico** constituido por axiomas y teoremas sin interpretar
- C : **reglas de correspondencia** que proporcionan una interpretación
- TC : La **teoría** sería, pues, el conjunto de los axiomas y teoremas deducidos de ellos más la interpretación dada de los mismos.

Una **teoría** sería un cálculo formal interpretado (parcialmente) por las reglas de correspondencia

Condiciones que ha de cumplir una teoría científica

1. La teoría se formula en un **lenguaje de primer orden** con identidad, L
2. Los términos de L se dividen en tres clases disjuntas llamadas **vocabularios**:
 - **vocabulario lógico** V_L , consta de constantes lógicas y términos matemáticos
 - **vocabulario observacional** V_O , contiene exclusivamente términos observacionales
 - **vocabulario teórico** V_T , contiene exclusivamente a los términos teóricos
3. Los términos de V_O se interpretan como referidos a objetos físicos o a características directamente observables de los objetos físicos.
4. Hay un conjunto de postulados teóricos T cuyos únicos términos no lógicos pertenecen a V_T (T conjunto de axiomas que constituyen las leyes teóricas de la teoría)
5. Debe haber una definición explícita de los términos de V_T en términos de V_O mediante reglas de correspondencia C , es decir, para cada término F de V_T , debe darse una definición de la siguiente forma: $\forall x \{F_x \equiv O_x\}$
 - donde O_x es una expresión de L que contiene solamente símbolos de V_O y posiblemente del vocabulario lógico V_L .

'Concepción Heredada', por ser el modo de entender ciencia y teorías científicas en que se formaron **la mayoría de filósofos de la ciencia hasta los 60**, concibiendo teorías empíricas = cálculos axiomáticos parcialmente interpretados

Problemas de la concepción enunciativa neopositivista

Tras el declive del neopositivismo, estas estrictas exigencias formalizadoras se suavizaron o simplemente se desestimaron por aquellos que aún defendían la concepción enunciativa.

- surgieron dificultades interminables para determinar la **naturaleza y función de las reglas de correspondencia**
- crítica a la **distinción** absoluta entre los términos **observacionales** y términos **teóricos**.

El **lenguaje teórico está irremediabilmente cargado de teoría** → lugar común en la Filosofía de la Ciencia → afecta a la base misma de la concepción neopositivista: distinción teórico-observacional y reglas de correspondencia entre dichos términos. Pero si los términos observacionales mismos contienen implicaciones teóricas, esta posibilidad se desvanecía.

La **mecánica cuántica se reveló imposible de axiomatizar** con un lenguaje de primer orden más identidad (y lo mismo pasó con la relatividad)

No era adecuado pretender que todas las teorías científicas fueran reconstruidas como sistemas axiomático (bien mediante lógica de 1er orden u otras herramientas matemáticas) → no es el modo habitual en el que los científicos construyen, presentan o aprenden las teorías

A partir de los 60, alternativa a concepción enunciativa: **van Fraassen, Giere, Suppe, Sneed*, Stegmüller*, Balzer* y Moulines*** (* los cuatro últimos componen la escuela estructuralista de la concepción semántica)

Distinción de Suppe: **Enunciativa**: versan sobre los **fenómenos**

entre concepciones: **Semántica**: versan sobre **sistemas físicos** (gases ideales, reacciones químicas, genotipos...)

"Los sistemas físicos son "réplicas muy abstractas e idealizadas de los fenómenos, que son una caracterización de cómo se habrían comportado los fenómenos si se hubieran dado las condiciones idealizadas." (Suppe 1989).

Para los **enunciativos** dichas idealizaciones son el modo en que la teoría intenta recoger el comportamiento de ciertos fenómenos, mientras que para los **semánticos**, las teorías versan sobre esos **sistemas idealizados o modelos**, que **representan de modo abstracto algunos aspectos concretos de los fenómenos de los sistemas reales** que pretenden ser explicados por la teoría, en vez de hacerlo directamente sobre los fenómenos en toda su complejidad.

El nombre **concepción semántica** viene de la **importancia del concepto semántico de modelo y la semántica formal**

Modelo: sistema o "trozo de la realidad" (entidades de diverso tipo) que realiza de afirmaciones en el sentido de que en dicho sistema "pasa lo que las afirmaciones dicen" o, las afirmaciones son verdaderas en dicho sistema

No se trata de entidades lingüísticas (sistema axiomático) y su interpretación, sino que:

- El **componente principal de una teoría** es una **estructura formal de carácter matemático**. Esa estructura formal es caracterizada como un predicado conjuntista, un espacio de estados, o un sistema de relaciones.
- La **estructura formal determina la clase de sus modelos** → de los sistemas concretos que encajan en ella (que satisfacen o podrían satisfacer las condiciones -las leyes- que definen al predicado conjuntista).
- Los **modelos proporcionan a su vez el contenido empírico de la teoría**. *Ej*: un péndulo ideal sin rozamiento que cumple las leyes de Newton es un modelo de la mecánica clásica que representa a los péndulos reales

Una **teoría científica** está **constituida por la estructura matemática compartida por sus modelos** y las aplicaciones propuestas de la misma o por la población de sus modelos junto con varias hipótesis que conecten estos modelos con sistemas en el mundo real.

La teoría define un sistema abstracto que es satisfecho por una serie de modelos; y estos modelos son similares a los sistemas reales que pretenden ser explicados por la teoría

En vez de axiomas, teoremas y reglas de correspondencia (teoría enunciativa neopositivista), para estructuralistas, una **teoría es un conjunto de modelos e hipótesis que señalan qué objetos del mundo real encajan con los modelos**.

Ventajas

- **Desaparición de las reglas de correspondencia** y de todos los problemas ligados a su caracterización
- **Desaparición de distinción teórico / observacional** aplicada a los términos científicos → sustituida por la **distinción teórico / no-teórico** → siempre relativa a una teoría concreta, en lugar de ser absoluta y universal.
 - **Evita tener que comprometerse con una base empírica para la ciencia descriptible en términos puramente observacionales**. Un compromiso que resultaba rechazable para teorías avanzadas, en las cuales la determinación los términos presupone la validez de ciertas leyes teóricas.
 - Al mismo tiempo queda abierta la **posibilidad de que la descripción de unos datos concretos sea no-teórica** en relación con la teoría para los que dichos datos cuentan como tales, ya que la **carga teórica presente en la descripción** puede provenir de otras teorías distintas.
- **Una misma teoría puede recibir axiomatizaciones diferentes sin dejar de ser la misma teoría** (Caso neopositivista, teoría ≡ conjunto de axiomas interpretados: distintos axiomas → distintas teorías)

Escuela estructuralista

La escuela estructuralista es la que ha conseguido articular de forma más completa estas ideas, dentro de la familia semántica, y la que ofrece un análisis más detallado de la estructura fina de las teorías

Caracterización realizada por **Balzer, Moulines y Sneed** en **"An architectonic for science"** (1987)

- **Rechazo de la distinción teórico/observacional** → se sustituye por **teórico/no teórico**
- **Base empírica ≠ dominio aplicaciones pretendidas** → datos cargados de teoría (no para la que son datos)
- Formulación de la aserción empírica que **excluye la interpretación "autojustificativa"** de la misma
- En la determinación de modelos, además de **leyes** se incluyen otros como **ligaduras y restricciones**
- Se identifican los **vínculos entre los modelos de diversas teorías**
- Caracteriza la **estructura sincrónica de una teoría** como una **red con diversos componentes**, unos más esenciales y permanentes y otros más específicos y cambiantes. **La evolución de una teoría consiste en la sucesión de tales redes**
- **Se analizan en términos modelísticos las tradicionales relaciones interteóricas de reducción y equivalencia**

Para los estructuralistas una teoría (**elemento teórico**) es un par ordenado $\langle K, I \rangle$.

Toda teoría consta de un componente **K** puramente formal que "dice algo" sobre ciertos sistemas físicos **I**

		Definición	Ejemplo
Concepción semántica	Escuela estructuralista	<ul style="list-style-type: none"> K es el núcleo estructural (kernel) de la teoría I el conjunto de aplicaciones intencionales o realmente propuestas de la teoría. <p>K el núcleo está constituido por diversos elementos que pueden ser caracterizados de forma matemática:</p> <ul style="list-style-type: none"> (M_p) Modelos potenciales : conjunto de todas las aplicaciones que podrían en principio ser modelos de la teoría porque cumplen ciertos requisitos estructurales para ello, aunque no se sepa todavía si satisfacen realmente la ley o leyes fundamentales de la teoría, al menos ser subsumidas bajo el marco conceptual de la teoría \rightarrow conjunto de los mundos posibles para la teoría. (M) Modelos efectivos : conjunto de todas las estructuras que satisfacen realmente las leyes empíricas fundamentales $\rightarrow M \subseteq M_p$ (M_{pp}) Modelos potenciales parciales : Son fragmentos de los modelos potenciales que pueden ser entendidos o interpretados independientemente de la teoría en cuestión. Modelos potenciales en los que se han apartado los componentes teóricos y se han dejado sólo los que pueden ser descritos mediante términos no-teóricos relativos a dicha teoría. Constituyen la base empírica de la teoría. (C) Ligaduras (constraints) : relaciones que conectan entre sí diversos modelos dentro de una misma teoría. (L) Vínculos (links) : conexiones esenciales de los modelos de unas teorías con los de otras. <p>I las aplicaciones intencionales no pueden caracterizarse de un modo puramente formal. Son los casos o ejemplos de la teoría que han sido propuestos alguna vez como tales por los científicos \rightarrow sistemas concretos con las características adecuadas y que se pueden describir con un vocabulario no-teórico en relación con la teoría en cuestión \rightarrow son un subconjunto de los modelos potenciales parciales $I \subseteq M_{pp}$</p> <p>Una teoría podría ser caracterizada como una estructura descrita por la tupla:</p> $T = \langle K, I \rangle = \langle M_p, M, M_{pp}, C, L, I \rangle$	<p>Modelización estructural de la teoría para el estudio de sistemas físicos sometidos a vibración</p> <p>(K) Núcleo estructural: sistema de N partículas acopladas con resortes que siguen la ley de Hooke</p> <ul style="list-style-type: none"> M_p (modelos potenciales) : un conjunto de partículas y un conjunto de resortes, consideradas las constantes elásticas de los muelles, las masas de la partículas así como las expresiones entre las posiciones y las fuerzas efectuadas en función del tiempo M (modelos empíricos) : sería el subconjunto de partículas y muelles que de hecho satisfacen las leyes de movimiento del sistema M_p (modelo potencial parcial) : estudio cinemático sobre el conjunto de sólo las posiciones de las partículas en función del tiempo, considerándose las masas y las fuerzas como teóricas C (restricciones) : partículas iguales tienen masas iguales, y resortes iguales tienen iguales constantes de elasticidad L (vínculos) : relaciones con otros elementos teóricos: <ul style="list-style-type: none"> teoría clásica del espacio-tiempo teoría que relaciona los equilibrios de masas, donde los ratios de masas entre elementos m_i/m_j pueden ser calculados teoría de la elasticidad, donde las constantes elásticas (k_i) pueden ser calculadas) <p>(I) aplicación intencional: por ejemplo, sistemas de sólidos rígidos conectados mediante muelles o bandas elásticas, o sistemas mecánicos sometidos a vibraciones pequeñas que puedan identificarse como sólidos rígidos compuestos por N moléculas</p>

Possible compatibilidad entre concepciones semántica y enunciativa

Algunos autores no creen que el enfoque semántico obligue a abandonar el enunciativo (Niiniluoto)

\rightarrow compatibles ya que la mayoría de casos as estructuras formales compartidas por los modelos pueden definirse mediante un lenguaje suficientemente rico

Desde la concepción semántica se ve su propuesta como una superación del enfoque enunciativo (Díez y Moulines)

Crítica de Thagard a las concepciones semántica y heredada

Acusa la concepción semántica del mismo error que la Concepción Heredada \rightarrow **visión excesivamente idealizada** de la las teorías científicas en realidad y el modo en que los científicos las usa, en especial fuera de la física.

Status epistemológico de la teorías científicas \rightarrow ¿Cómo es la relación de las teorías con la realidad objetiva?

Básicamente dos posiciones enfrentadas: **instrumentalista** y **realista** (con numerosas variantes y propuestas intermedias: pragmatismo, relativismo, constructivismo social, empirismo constructivo, realismo constructivo, realismo interno,...)

- Instrumentalismo**: herramientas conceptuales útiles para organizar nuestra experiencia, predecir nuevas, manipular y controlar procesos naturales, resolver problemas \rightarrow no son enunciados verdaderos acerca de la realidad.
- Realismo**: las teorías científicas bien confirmadas han de aceptarse como verdades aproximadas; el mundo es en sus estructuras fundamentales como dicen las teorías científicas.

Modelos

Muy ligado al de teoría. Recibe **atención cada vez mayor** por parte de los filósofos de la ciencia (concepción semántica)

No hay uso unívoco de este concepto → concepto central en práctica científica → **en algunas disciplinas desplaza al de teoría**

En biología, química, ciencias sociales,... modelos rigurosos sobre gran diversidad de fenómenos, que en muchos casos carece de teoría que los encaje → En estas disciplinas son los modelos más que las teorías los que dirigen el trabajo de los científicos

Se dice que uno de los factores de la caída del positivismo lógico fue su incapacidad para acomodar el uso de modelo

Modelos a escala	Reproducciones de objetos, a una escala diferente (normalmente menor) que el original, para facilitar su estudio en el laboratorio o para funciones didácticas.
Modelos matemáticos y modelos semánticos	<ul style="list-style-type: none"> Modelos matemáticos o formales: elaboración de un conjunto de ecuaciones que permitieran representar o simular el comportamiento de los fenómenos en estudio. <ul style="list-style-type: none"> Particularmente importantes a la hora de realizar predicciones (facilitadas por el rigor y la capacidad deductiva de los mismos) <i>Ej</i>: El modelo Volterra representa matemáticamente de forma útil y manejable, el sistema de interacciones entre los depredadores y sus presas (<i>ejemplo</i>: relaciones entre lobos y conejos) <i>Ej</i>: Modelos informáticos actuales sobre el tiempo atmosférico no permiten realizar predicciones fiables que vayan más allá de cuatro días. Modelos semánticos: entidades (físicas o abstractas) que satisfacen un conjunto de ecuaciones o simplemente de enunciados teóricos. (<i>Ej</i>: el Sistema Solar es un modelo de la mecánica newtoniana) <p>Podemos decir que un conjunto de ecuaciones sobre un sistema es un modelo matemático del sistema, pero también podemos decir que aquello que satisface esas ecuaciones es un modelo semántico de las mismas.</p> <p>Los modelos semánticos pueden ser también estructuras matemáticas o formales. Así, las operaciones de suma y multiplicación son un modelo del Álgebra de Boole.</p> <p>Algunos modelos matemáticos podrían considerarse como un caso especial de modelos teóricos</p>
Modelos como función heurística y explicativa: modelos teóricos y modelos analógicos	<p>Pueden ser entendidos como representaciones simplificadas de un sistema, y como tales suelen desempeñar en la ciencia fundamentalmente una función heurística y explicativa. En virtud del modo en que se lleve a cabo esta función, podemos distinguir entre modelos teóricos y modelos analógicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelos teóricos: conjunto de supuestos que intentan explicar de forma esquemática o idealizada la estructura o el comportamiento de un sistema. Complejidad variable: simples diagramas conceptuales (<i>Ej</i>: diagramas de flujos en ecología), hasta constructos cercanos en su desarrollo a una teoría elaborada (<i>Ej</i>: modelo atómico de Bohr). Modelos analógicos: pretenden proporcionar explicación de la estructura o funcionamiento de un sistema, mediante comparación con un sistema análogo que resulte familiar o mejor conocido, que se supone que comparte con el sistema en estudio aspectos relevantes, pero no es representativo de él en todos los aspectos. (<i>Ej</i>: modelo bolas de billar para los gases, modelo de la propagación ondulatoria del sonido para la luz, el modelo planetario de Rutherford para el átomo o el modelo del computador para la mente).
Modelos físicos o materiales	Uso de ciertos organismos claves (bacterias, nematodos, moscas, ratones, etc.) en la investigación biomédica. Por otra parte, las fronteras entre ellos no son precisas.

Estas distinciones no son exhaustivas ni excluyentes, y no todo modelo se concibe para explicar un fenómeno.

- En el caso de los modelos a escala, su **función puede ser meramente ilustrativa o ejemplificadora**
- Uso como **elementos auxiliares** en la experimentación, la manipulación o la enseñanza
- Usos **heurísticos** para el logro de nuevas hipótesis o para la orientación en el análisis de escenarios alternativos posibles
- Uso como **instrumentos para el cálculo** o precisión de ideas; meras descripciones simplificadas de estructuras y procesos;
- Pruebas de la posibilidad de existencia**

Abstracción e idealización	<ul style="list-style-type: none"> Abstracción: supresión de ciertos elementos que están presentes en el sistema real modelado pero que no se consideran relevantes en un determinado contexto para dar cuenta de su funcionamiento <i>Ej</i>: péndulo ideal se abstrae el rozamiento. <i>Ej</i>: ley de gases ideales se abstrae composición y estructura Idealización: distorsión o falseamiento explícito de ciertos elementos presentes en el sistema real para facilitar su tratamiento mediante el modelo. <i>Ej</i>: masa puntual en mecánica clásica
-----------------------------------	--

Se ha dicho que "**abstracción implica la omisión de una verdad**", mientras que la "**idealización es la afirmación de una falsedad**"

No debe considerarse como tajante → lo que algunos autores ven como abstracciones otros lo ven como idealizaciones.

Hay quien prefiere llamar a las abstracciones 'idealizaciones aristotélicas', y 'idealizaciones galileanas'

Últimamente ha cobrado especial relevancia la cuestión de si **los modelos pueden ser entendidos como entidades ficticias**

→ parecería inevitable asumir que los modelos son falsos → no implica necesariamente que sean falsos en el sentido de que no capten en absoluto la realidad → las ficciones no son necesariamente falsedades, son una **forma de imaginar la realidad**. El

"sistema modelo" es imaginario, pero permite un conocimiento del "sistema diana", que es el sistema real modelado,

Otra posible respuesta sería **admitir la falsedad de los modelos que contengan idealizaciones y abstracciones, pero negar que eso impida que cumplan sus funciones**, incluso las explicativas, puesto que esa falsedad es compatible con su verdad →

Podríamos decir que son **modelos "parcialmente fiables"**

La explicación científica

Explicación científica: forma particular de la ciencia de construir y estructurar repuestas a preguntas sobre la naturaleza y su funcionamiento → uno de los temas clásicos que más discusión, literatura y ejemplos ha generado en F^a de la C^a

Se ocupa del **qué** y del **por qué**, sin ser radicalmente distinta de la explicación ordinaria, pero dado el **mayor rigor del discurso científico**, ha de cumplir condiciones más estrictas

- **Ni sólo la ciencia es explicativa, ni toda la ciencia lo es.** Ciertas disciplinas científicas (o partes), no son explicativas
- **Carácter intensional de la explicación:** un contexto es intensional si en él la sustitución de una expresión lingüística por otra que denote la misma entidad puede alterar el valor veritativo (*Ej:* los cuernos del fontanero/amante)

Objetivos:

- **Explicar los fenómenos** que despiertan la curiosidad del ser humano, mediante su descubrimiento y descripción. En su acepción actual consiste en aclarar por qué se produjo o señalar la causa del hecho
 - El **resultado** de la explicación debe ser siempre una **comprensión mejor del hecho**.
 - Esto se consigue mediante su **incorporación al cuerpo de conocimientos previos**.
- **Predecir nuevos fenómenos** para, sobre todo, propiciar un control de los mismos.

El modelo de Cobertura Legal - Hempel (y Oppenheim)

Antecedentes

Si bien ya existía el concepto de explicación desde la antigüedad (las **cuatro causas de Aristóteles**), Los filósofos de la ciencia han intentado buscar una estructura común a la diversidad de tipos de explicación científica, y para ello han formulado **diferentes modelos de explicación**:

- **Mill, Campbel y Popper** ya habían realizado contribuciones de interés respecto a la explicación
- En "**Studies in the logic of explanation**" (1948) **Hempel y Oppenheim** establecen los términos en los que se va a desarrollar el debate posterior, presentando la propuesta del modelo de Cobertura Legal que generará toda la discusión posterior y avances mediante otros modelos

Aunque ya superado, muestra cómo desde la filosofía se trata de caracterizar la estructura y formalidad lógica de la explicaciones científicas en toda las disciplinas, si bien presenta una serie de problemas. Afronta dos tipos de explicaciones:

- **Explicar un fenómeno:** responder acerca del porqué de ese fenómeno o hecho particular, proporcionando un **argumento** donde el fenómeno en cuestión aparece como **conclusión** de unas **premisas** que incluyan de manera implícita o explícita al menos una **ley general** → la explicación queda "cubierta por la(s) ley(es)" → Explicar científicamente un fenómeno es derivarlo como caso particular de una ley general junto con ciertas condiciones iniciales
- **Explicar una ley:** si se trata de explicar es una ley en lugar de un fenómeno aislado (leyes de Kepler o ley de Galileo sobre caída de los graves), el procedimiento a seguir es subsumirla bajo una ley más general (leyes newtonianas de la mecánica) → explicar científicamente una ley es **derivarla de otras leyes más generales**.

Estructura del modelo de cobertura legal

Explanans: enunciados de los que se deriva el explanandum como conclusión. Inicialmente se definió el modelo para leyes universales, en una expansión Hempel lo considera también para leyes probabilísticas.

- Del explanans se infiere el explanandum. Se compone de:
 - una o varias **leyes generales** ($L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$) y
 - **enunciados** que describen los **hechos particulares o condiciones iniciales** ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$).

Explanandum (E) enunciado descriptivo del fenómeno a explicar

- **Hechos particulares** que ocurren en un cierto tiempo y lugar determinados
Ej: ver un palo en un vaso con agua "partido" al observarlo en los diferentes medios
- **Regularidades generales** expresables por medio de leyes de la naturaleza
Ej: ley de caída libre de los cuerpos de Galileo

Características principales

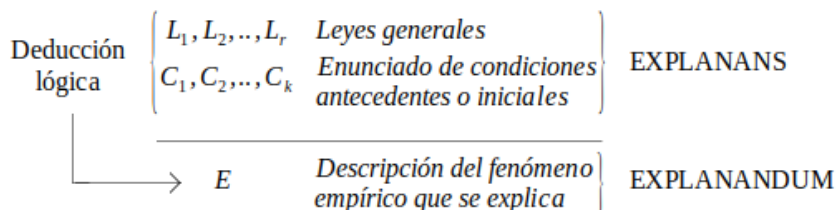
- Se centra en **aspectos lógicos de la explicación**, aspectos **sintácticos** y **semánticos** (relacionados con la forma lógica y verdad de las premisas).
- Los aspectos **pragmáticos son secundarios**. Hempel quería: "*elaborar un concepto no pragmático de explicación, un concepto abstraído del pragmático*".
- Es una **reconstrucción lógica e idealizada de las explicaciones que realmente presentan los científicos**, obviando las variaciones de los factores pragmáticos y contextuales.
- Según sea la naturaleza de las leyes del explanans (universales/probabilísticas) hablaremos de explicaciones inferenciales **deductivas o inductivas**
- **No toda inferencia es una explicación** → explanans tiene al menos un enunciado que sea una ley
- El **objetivo final de subsumir** (deductiva o inductivamente) **un fenómeno bajo una ley** (universal o probabilística), cumpliendo siempre el requisito de la **máxima especificación**. Por esa razón ambos tipos de explicación caen bajo el apelativo de 'modelo general de explicación por cobertura legal'.

Tipo de ley	Tipo de Explanandum	
	Hechos particulares	Regularidades generales
Leyes universales	N-D Nomológico-Deductivo	N-D Nomológico-Deductivo
Leyes estadísticas	E-I Estadístico-Inductivo	E-D Estadístico-Deductivo

Modelo de explicación nomológico-deductivo (D-N)

Es posible **deducir el fenómeno a partir de la ley** (o ley a partir de otra ley más general). Características propias de la explicación D-N:

- El explanandum es un hecho particular
- Las leyes del explanans son estrictamente generales, no probabilistas
- La relación de explicación es la de inferencia lógica deductiva



Ejemplos

- mecánica newtoniana y determinación de coordenadas de reaparición de un cometa
- explicación heliocéntrica de las fases de Venus,
- explicación por la mecánica relativista de la órbita anómala de Mercurio.
- ley de la oferta en la demanda y aumento del precio del petróleo

Requisitos imprescindibles para Hempel

Relevancia explicativa: La información aducida debe proporcionar buena base para creer que el fenómeno a explicar tuvo o tendrá lugar → cumple este requisito con creces, toda vez que el explanans ofrece el fundamento lógico más fuerte posible para concluir el explanandum lo implica deductivamente. Aceptada la información contenida en el explanans, se concluye por necesidad el acaecimiento del fenómeno
→ Es necesaria, no suficiente (esto generará críticas)

Contrastabilidad: Los enunciados que componen la explicación deben ser empíricamente contrastables, al implicar el explanans que el fenómeno ha de producirse bajo ciertas condiciones. Si en tales condiciones el fenómeno no se produce, la explicación quedaría invalidada por la experiencia.

→ toda explicación que cumpla el requisito de relevancia cumple el de contrastabilidad (que no a la inversa)
Las leyes de las explicaciones D-N deben ser enunciados universales verdaderos de la forma: *'En todos los casos en que están dadas las condiciones de tipo F, se dan también las condiciones de tipo G'*

Ya que no todo enunciado universal verdadero es una ley científica, Hempel considera que es necesario que dicho enunciado **sirva para justificar enunciados condicionales contrafácticos**

Condiciones lógicas	R 1	El explanandum debe ser consecuencia lógica del explanans
	R 2	El explanans debe contener esencialmente la menos una ley general necesaria para derivar el explanandum
	R 3	El explanans debe tener contenido empírico contrastable
Condición empírica	R 4	Los enunciados que constituyen el explanans han de ser verdaderos.

Tesis de la simetría entre explicación y predicción

La estructura lógica de la explicación D-N es la misma que la de la predicción en las ciencias: f(orden)
Explicación y predicción serían las dos caras de la misma moneda (**simetría entre explicación y predicción**).
Tenemos una explicación de un fenómeno si y sólo si lo hubiésemos podido predecir

- **Explicación:** tenemos el explanandum (fenómeno) y buscamos el explanans (leyes y condiciones)
- **Predicción:** tenemos leyes y condiciones iniciales y buscamos un fenómeno futuro que se siga de ellas

El mismo argumento que para explicar el fenómeno que se ha producido nos habría permitido predecirlo antes de que se produjera. La diferencia entre explicar/predecir es pragmática, dependiendo del momento

Modelo D-N y relación causal

Hempel cree que la explicación D-N proporciona una aclaración de los conceptos de:

- **causa:** conjunto +/- complejo de circunstancias y hechos descriptible por conjunto de enunciados C_i
- **explicación causal:** afirma que hay leyes L_i generales en virtud de las que la aparición de antecedentes causales es condición suficiente para la aparición del hecho señalado en el explanandum
 - $(L_i \wedge C_k) \rightarrow E$ → son condición suficiente para la explicación del explanandum

Toda explicación causal es una explicación deductivo-nomológica más o menos disimulada e incompleta. Lo contrario no: **no toda explicación deductivo-nomológica es una explicación causal** (la ley de Newton no es causa de la de Kepler)

Hay explicaciones D-N de hechos singulares que no son explicaciones causales (péndulo, periodo, longitud)

Modelo de explicación inductivo-estadística (I-S)

La explicación N-D no es aplicable en muchos ámbitos de las ciencias (biología y las ciencias humanas y sociales)

La mayor parte de las leyes que encontramos en ellas son leyes probabilísticas → en estos casos la explicación carece de la fuerza deductiva, y en este caso los enunciados del explanans apoyan inductivamente el explanandum

La explicación I-S se reduce a **predecir un fenómeno en los límites de una probabilidad dada**, efectúa una predicción racional

Es de suponer además que, para que la explicación sea válida, r debe ser mayor de 0,5, y cuanto más cercano a 1 mejor

$p(G, F) = r$	<i>Ley estadística</i>	EXPLANANS	<i>Ejemplo:</i> La probabilidad de que sane un individuo que sufre infección por estreptococos y es tratado con penicilina es de 0.8 Juan sufrió infección por estreptococos y fue tratado
F_b	<i>un individuo concreto F es b</i>		
=====		[r]	
G_b	<i>Caso inducido donde un sujeto G es b</i>	EXPLANANDUM	===== [0.8] Juan Sanó

Las explicaciones I-S adolecen de cierta **ambigüedad epistémica** que no se presenta en las explicaciones D-N
Ej. En el caso de los estreptococos, si se da una cepa resistente, la probabilidad de no sanar aún siendo tratado es de nuevo elevada, dándose a la vez una alta probabilidad tanto de sanar (infección normal) como de no hacerlo (infección resistente) → probabilidades elevadas tanto de obtener un resultado como el otro
 → a partir de premisas que contengan leyes estadísticas aceptadas como verdaderas **es posible atribuir una alta probabilidad a dos conclusiones contradictorias**

Ambigüedad epistémica

Requisito de la máxima especificación

Para solventar esto, Hempel propone el **requisito de la máxima especificidad** → No es un requisito formal que deban cumplir las explicaciones I-S, se trata más bien de un requisito para su **aplicación en una determinada situación cognitiva**
Ej. En el caso de la cepa resistente, esto debería incluirse explícitamente, lo que alteraría los valores correspondientes a la hora de evaluar las probabilidades, evitando la contradicción
 La explicación I-S ha de estar siempre referida a una **situación cognitiva concreta** -es lo que Hempel llama '**relatividad epistémica de la explicación estadística**',
 En las explicaciones D-N el explanans implica el explanandum independientemente de lo que sepamos en cada momento, y su **aceptabilidad depende sólo de la verdad de sus premisas**

Críticas al modelo de cobertura legal

Los propios defensores del modelo reconocen que éste no es sino **ideal lógico mejor o peor encarnado por las explicaciones formuladas normalmente en la ciencia** → no cabe esperar que cualquier explicación científica se estructure realmente así

- Hempel reconoce que es frecuente encontrar **explicaciones elípticas en las que se dan por supuestas ciertas leyes** y no se las menciona en el explanans, e incluso explicaciones parciales o esbozos lejos del rigor y elaboración deseados.
- Según Hempel, se **presupone el carácter subsumible del explanandum bajo una ley** → muchos críticos cuestionan que todas las explicaciones científicas se basen en leyes generales bajo las que quepa subsumir el explanandum.
- Las explicaciones en ciencias humanas y en biología rara vez pueden acudir a dichas leyes, incluso leyes estadísticas.
- En dichas ciencias son frecuentes más bien las explicaciones narrativas, que explican los hechos mediante un relato pormenorizado de los mismos, y cuya estructura no encaja en un modelo de cobertura legal.

El requisito de relevancia explicativa es insuficiente

(*) Las críticas más importantes se centran en el primer requisito que Hempel exigía a toda explicación: **la relevancia explicativa**: pedía que la información explicativa aducida proporcionara buena base para creer que el fenómeno ha ocurrido u ocurrirá → **se ha negado que dar una buena base para creer en la ocurrencia de algo signifique siempre explicar ese algo** → particularmente claro en casos de asimetría explicativa

Ej. El péndulo de cierta longitud explica su período de oscilación, pero no al revés (**Bromberger**)

Afecta la tesis de simetría explicación-predicción → ocasiones en que podemos predecir sin una explicación

(*) Una predicción científica podría basarse en un conjunto de datos sin necesidad de recurrir a ninguna ley, careciendo así de capacidad explicativa. (**Scheffler y Scriven**).

Ej. predecir aumento de resistencia eléctrica en metales en función de temperatura tras múltiples tests en que esto se ha comprobado. Predicción del comportamiento de metal aún no analizado sin usar leyes

Respuesta de Hempel: el requisito de la relevancia explicativa es una **condición necesaria, pero no suficiente**

Sin embargo, Hempel comete cierta **ambigüedad explicativa**, no aclara por qué hay ocasiones en que con buena base para creer que algo ha ocurrido u ocurrirá estamos explicando y en otras no lo estamos haciendo

<p>Irrelevancia predictiva: no toda explicación es una predicción</p>	<p>No toda explicación es potencialmente una predicción → No da buena base para creer que algo sucederá</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Scriven) La única causa para la paresía es la sífilis no tratada, pero dado que sólo un porcentaje de sífilíticos la da manifiestan, no es posible predecir su aparición para un paciente determinado → Hempel: es una secuela muy rara para el que la sífilis es condición necesaria, no suficiente • (Toulmin) La teoría de Darwin tiene gran poder explicativo, pero ninguno predictivo → Hempel: si se dispusieran de datos suficientes podría llegar a explicarse el por qué desaparecieron los dinosaurios, o incluso haber sido capaces en su momento de haberlo predicho • (van Fraassen) Critica el determinismo de la respuesta anterior → Hempel: para él el mundo es determinista al menos en lo macroscópico → Existen casos donde no cabe pensar que una información más completa podría permitirnos hacer la predicción, como ocurre con la vida media del Uranio U_{235}, cuyas emisiones son imposibles de predecir, si bien son explicadas después por la física de partículas. • Sistemas caótico: en sistemas sensibles a condiciones iniciales (efecto mariposa), si bien su comportamiento puede explicarse mediante leyes deterministas, el resultado final es altamente imprevisible
<p>Ambigüedad epistémica respecto a la máxima especificación en las explicaciones I-S</p>	<p>Salmon ha señalado que el requisito de la máxima especificación para las explicaciones I-S es insuficiente porque, si bien garantiza que toda la información relevante sea incluida en la explicación, no asegura que sólo se incluya información relevante.</p> <p><u>Ej:</u> persona resfriada, tiene misma probabilidad de sanar en 2 semanas tome o no vitamina C</p> <p>En la explicación D-N aparece un problema similar en tanto que también en ella una información relevante puede proporcionar buena base para creer algo y no ser una explicación de ese algo.</p> <p><u>Ej:</u> Juan toma la píldora anticonceptiva y por eso no se queda embarazado</p> <p>Salmon cree que el requisito de la relevancia debería exigir que el explanans proporcione una base buena y relevante para el explanandum → que incluya toda (y sólo) la información relevante</p> <p>Una alta probabilidad del explanandum dado el explanans no es una condición necesaria ni suficiente para la explicación estadística.</p>

El modelo de la relevancia estadística (S-R) – Wesley Salmon

El modelo de relevancia estadística (S-R) fue propuesto por Wesley Salmon para superar las deficiencias que el modelo de explicación por cobertura legal presentaba en lo referente sobre todo la explicación I-S

- **Idea básica:** para una explicación estadística satisfactoria, las condiciones antecedentes no deben sólo hacer altamente probable el explanandum → deben ser un **factor estadísticamente relevante** y que afectan la probabilidad que concierne a la ocurrencia o no de dicho suceso.
- La explicación no (siempre) es un argumento, sino un **conjunto de enunciados** o **de factores estadísticamente relevantes** y ciertos hechos generales que son leyes naturales
- Es un **modelo de cobertura legal no inferencial**

Un factor C es estadísticamente relevante para un fenómeno B bajo las circunstancias A si y sólo si la probabilidad de B dado A es distinta en la presencia de C que en su ausencia: $P(B/A \cdot C) \neq P(B/A)$

Según Hempel, $P(B/A \cdot C)$ debía ser alta para que la explicación fuese válida, mientras que Salmon **sólo exige que sea significativamente distinta**. Por esto para Salmon las explicaciones no son argumentos → Al no haber requisito de la alta probabilidad, **el explanans no permite inferir** que el suceso ocurriera o deba esperarse

<p>Relevancia positiva y negativa: Método de recondicionización sucesiva</p>	<p>Que la probabilidad del suceso en presencia de factor C es distinta que en su ausencia implica que o es mayor o es menor → hay factores positivamente relevantes y factores negativamente relevantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parece fácil entender la capacidad explicativa de los positivamente relevantes • Los negativamente relevantes también pueden servir para explicar (<u>Ej:</u> hoyo en uno con tiro desviado) <p>El método de recondicionización sucesiva consiste en adecuar los enunciados estadísticamente relevantes a la situación concreta del problema → hay autores que niegan su capacidad explicativa alguna</p>
<p>Explicación según el modelo S-R</p>	<p>La explicación consiste en un conjunto de leyes de probabilidad empírica que relacionan las clases A y B, junto con un enunciado (el explanandum) que afirma que x está incluido en una clase C relevante para B dado A</p> <div> <div>Condiciones</div> <div> <p>Que los valores de probabilidad p_x, \dots, p_n sean todos diferentes → impide se introduzcan subdivisiones irrelevantes</p> <p>Que cada partición de A, $(A \cdot C_1, A \cdot C_2, \dots, A \cdot C_n)$, sea homogénea respecto a B → exige que se introduzcan todas las subdivisiones relevantes (análogo al requisito de máxima especificación de Hempel)</p> </div> </div> <div> $P(B/A \cdot C_1) = p_1$ $P(B/A \cdot C_2) = p_2$ \dots $P(B/A \cdot C_n) = p_n$ $x \in C_k (1 \leq k \leq n)$ </div>

Apantallamiento

Posible objeción → **las meras correlaciones estadísticas no explican nada en realidad**

Ej: Rápido descenso en el barómetro está correlacionado con tormenta, pero no explica que ocurra

Según Salmon, el **apantallamiento** permite excluir los casos irrelevantes, ya que para el modelo S-R, explicar la ocurrencia de un fenómeno consiste en señalar que se dieron una serie de factores relevantes para dicho fenómeno. No son factores que hacen altamente probable y esperable su ocurrencia, sino factores que modifican la probabilidad de que el fenómeno se produzca sin ellos.

Años más tarde Salmon renegó de S-R como buena caracterización de la explicación científica, ya que **se necesita algo más que señalar factores estadísticamente relevantes para tener una explicación**

ContrEj: (N. Cartwright) Rociar hiedra venenosa con defoliante efectivo al 90% (es relevante para su muerte), pero para el 10% que sobrevive, el hecho de haber sido rociadas sería relevante para su supervivencia → contradicción

Modelo mecánico-causal (Revisión del modelo S-R) – Wesley Salmon

Tras aceptar que la relevancia estadística no es suficiente defiende la necesidad de análisis directamente causales

- Las relaciones de **relevancia estadística sigue siendo de interés**, pero sólo como **indicios o síntomas de las relaciones causales** (sin exigir que la relevancia sea positiva)
- Es necesario mostrar que esos factores son **relevantes en virtud de ciertas relaciones causales** que mantienen con el fenómeno
- Primer nivel → necesario subsumir el evento a ser explicado bajo el **conjunto apropiado de relaciones de relevancia estadística** (~ modelo SR)
- Segundo nivel → las relaciones de relevancia estadística del primer nivel deben explicarse en términos de relaciones causales.
- La explicación es incompleta hasta que se hayan proporcionado los componentes causales del segundo nivel

Concepción de la explicación

Epistémica: los modelos de Hempel (cobertura legal) y van Fraassen (erotético) → explicar un fenómeno es derivarlo de regularidades de la naturaleza sin importar los mecanismos subyacentes en dichas regularidades

Óptica: explicar consiste en **exhibir el fenómeno**, identificando la causa del mismo (relación causal con fenómeno a explicar) → Ve el mundo como **caja negra** con inputs y outputs observables

Para Salmon hay regularidades que son pseudo-procesos (no explican nada) y regularidades que son procesos causales → **Sólo los procesos causales explican**. La diferencia entre ambos está en que los procesos causales son capaces de transmitir señales (y, por tanto, son capaces de transmitir energía, información e influencia causal)

Ej: un coche que circula es un proceso causal, la proyección de su sombra es un pseudo proceso. Si el coche colisiona con un muro, mantiene las señales de su colisión, pero si "colisiona" la sombra se deforma sólo momentáneamente

Salmon termina por renunciar a este modelo, aunque destaca su **posible utilidad** para descubrir fenómenos causales

Problemas y críticas al modelo S-R y el mecánico causal

(Bas van Fraassen) en una explicación causal **no es necesario mencionar todos los factores estadísticamente relevantes** que formen parte de la red causal, sólo aquéllos que son importantes o destacados → son los que llamamos comúnmente causa del fenómeno.

Ej: muchos factores relevantes en la extinción del alce irlandés (altura, distribución recursos alimenticios, hábitos migratorios, entorno) que podrían ser relevantes, pero la razón es que, por selección natural pervivieron las grandes cornamentas que supusieron una peor adaptación al entorno en que vivían.

Según van Fraassen **sólo el contexto nos permite determinar en cada caso cuáles son los factores destacados a considerar**.

- No hay criterio objetivo para determinar importancia de un factor causal, que posee una índole pragmática y contextual
- La elección de factores explicativos entre los objetivamente relevantes depende del contexto en que se da la explicación
- Existe dependencia pragmática en la explicación que Salmon no tiene en cuenta
- Salmon se defiende apuntando a condiciones antecedentes irrelevantes que pueden ser apartadas, pero van Fraassen alega que hay condiciones relevantes, no apartadas, que no se usan en la explicación

(Philip Kitcher) aporta contraejemplo con proporción de nacimiento en varones de 1.04, tratando de buscar explicación causal en detalles biológico en cuanto a producción de óvulos/espermatozoides. Sin embargo, una explicación más satisfactoria atiende a la presión evolutiva de mantener el equilibrio 1:1 entre varones y hembras, siendo un poco mayor para compensar la mayor tasa de mortalidad en niños que en niñas, siendo ésta una explicación sin ningún tipo de mecanismo causal subyacente

(Scriven) Sin incluir los aspectos pragmáticos suficientemente, ningún modelo explicativo podría ser fructífero ni interesante
 Bas van Fraassen → el concepto de explicación **no tiene por qué depender del concepto de verdad** (como la cobertura legal)
 "la teoría T explica el hecho E " no comporta ninguna afirmación acerca de si la teoría es verdadera, empíricamente adecuada o aceptable. Ej: la teoría del flogisto explicaba fenómenos de combustión aun siendo una teoría errónea

Características del modelo erotético	<ul style="list-style-type: none"> Una explicación no es un argumento (modelo de cobertura legal), ni un conjunto de enunciados (modelo S-R), sino una contestación a una pregunta-por qué Distinción entre contestación y respuesta → no toda respuesta es propiamente una contestación 	
	$Q = \langle P_k, X, R \rangle$	<u>Ejemplo</u>
Estructura de una pregunta por qué	Q <u>pregunta por-qué</u> (why-question) a la que queremos dar explicación	'¿por qué se ha muerto Juan?'
	P_k <u>asunto</u> (topic), proposición que aparece en la pregunta, dentro del contexto	'Juan se ha muerto'
	X <u>clase de contraste</u> (contrast-class), conjunto de alternativas posibles entre las que está el asunto ($X = \{P_1, \dots, P_k, \dots\}$)	'Juan ha muerto, Pedro ha muerto, Carlos ha muerto, etc.', o bien: 'Juan ha muerto, Juan no ha muerto'.
	R <u>relación de relevancia</u> (relevance relation), el <i>respecto-en-el-que</i> se pide una razón y determina lo que contará como posible factor explicativo en un contexto dado. <ul style="list-style-type: none"> Relativa al asunto y a la clase de contraste. Una proposición A es relevante para Q si A tiene relación R con el par $\langle P_k, X \rangle$ 	los eventos 'conducen a' la muerte de Juan, como una grave enfermedad, un accidente, el suicidio, " <i>incluso los hechizos lanzados por las brujas -dice van Fraassen- (puesto que la evaluación de lo que es una buena contestación viene después)</i> "
Respuestas	Las respuestas posibles dependen del contexto → pone de manifiesto que los aspectos pragmáticos son importantes para saber qué explicación es la que se está demandando → misma pregunta: respuestas diferentes en diferentes contextos	
	<ul style="list-style-type: none"> <u>Respuesta directa</u>: $Q : \text{¿por qué } P_k ? \rightarrow \text{porque } A \rightarrow P_k$ en contraste con (el resto de) X porque A <ul style="list-style-type: none"> 'porque' $\equiv A$ es relevante (en ese contexto) para la cuestión → A posee la relación R con $\langle P_k, X \rangle$ Toda pregunta surge en un contexto en el que hay un cuerpo K de teorías aceptadas e información fáctica → Para evaluar si una respuesta es una buena contestación a una pregunta hay que plantearse el que:	
Tres maneras de evaluar las respuestas	<ul style="list-style-type: none"> Determina si es posible o no plantear la pregunta e incluso qué es lo que se pregunta. Preguntas que surgen en un contexto pueden carecer de sentido en otro diferente: <u>Ej</u>: ¿por qué sigue la flecha moviéndose después de ser disparada? pierde sentido con el paso de la física aristotélica a la física newtoniana. La evaluación de las respuestas ha de hacerse a la luz del contexto. 	
	<ol style="list-style-type: none"> Interés por evaluar si A misma es aceptable o probablemente verdadera. En qué medida A es favorable para el asunto frente al resto de miembros de la clase de contraste Comparar la respuesta '<i>Porque A</i>' con otras posibles respuestas a la pregunta, en tres aspectos: <ol style="list-style-type: none"> ver si A es más probable que las otras (dado K); ver si A es más favorable para el asunto que las otras; y ver si A se hace total o parcialmente irrelevante debido a otras respuestas posibles. 	

(Scriven) → la explicación (el explanans '*porque A*'), **no contiene leyes** o regularidades estadísticas.

Pertenecen al contexto de conocimiento K

Toda esta caracterización vale, según van Fraassen, tanto para las explicaciones científicas como para las no científicas.

Que consideremos una determinada explicación como científica a una determinada explicación se debe a que las teorías en las que se basa para obtener información son teorías científicas y que la evaluación de la explicación se fundamenta igualmente en teorías científicas → **una explicación es científica porque se da en el contexto de la ciencia**.

El error de los modelos anteriores está, según van Fraassen, en haber concebido la explicación como una relación diádica entre teoría y hechos, cuando en realidad es una **relación triádica entre teoría, hechos y contexto**.

→ Una explicación es una respuesta a una pregunta-por qué y debe ser evaluada en función de la información que la pregunta demanda. Pero esta información solicitada varía con el contexto.

Que una teoría explique un hecho sería que: "*hay una proposición que es una contestación eficaz, relativa a esa teoría, a la demanda de información sobre ciertos hechos que cuentan como relevantes para esa cuestión, y que comporta una comparación entre el hecho que ocurrió y otras alternativas (contextualmente especificadas) que no ocurrieron*"

Problemas del modelo erotético de van Fraassen

A como respuesta en K no responde casos desfavorecidos	<p>(Salmon) → Respecto al segundo criterio de evaluación de respuestas (<i>A</i> sea más favorable que otras en contexto <i>K</i>) alega que puede explicar tanto los casos favorecidos como los no favorecidos</p> <p><u>Ej</u>: probabilidad de color en flores (rojo $\frac{3}{4}$, blanca $\frac{1}{4}$, otros ~ 0) donde <i>X</i> contiene la flor es de color_(i = rojo, blanco, otros), <i>K</i> es la genética mendeliana, quedando la respuesta determinada según el carácter genético de la población, pero al ser el rojo el favorecido en dicho contexto, sólo podría explicarse este caso, y no cualquier otro caso</p>
No sólo se responde a preguntas por-qué	<p>(Salmon) → rechaza que sólo se responda a preguntas de tipo por-qué, también hay pregunta de tipo cómo-es-posible (<i>que los gatos siempre caigan de pie?</i>), cómo-fue-en-realidad (<i>que llegó a haber mamíferos en Nueva Zelanda?</i>)</p>
No hay restricción para la relevancia: cualquier explicación es buena	<p>(Salmon) → La caracterización formal que van Fraassen ofrece de la relación de relevancia no impone a ésta ninguna restricción → podría elegirse cualquier relación por peregrina que fuese siempre que <i>A</i> fuese una respuesta verdadera</p> <p><u>Ej</u>: <i>P_k</i> = 'John F. Kennedy murió el 22 de noviembre de 1963', <i>R</i> = es la influencia astral y <i>A</i> = descripción verdadera de la situación de los cuerpos celestes el día del nacimiento de Kennedy</p> <p>Pero si se tienen en cuenta los tres criterios de evaluación dentro del contexto cognoscitivo, se podrían descartar este tipo de respuestas sin sentido → aún así Salmon tiene razón en que no aclara en qué consiste una relación de relevancia satisfactoria</p>
No siempre explicar es hacerlo desde una teoría	<p><u>Ej</u>: La investigación desarrollada en los años 50 por la American Cancer Society mostró que fumar produce cáncer basándose en la constatación de regularidades estadísticas empíricas y no en alguna teoría sobre las causas del cáncer</p> <p>Aunque no podamos explicar los mecanismos causales, con suficientes datos estadísticos puede llegar a acotarse alguna de las causas que producen dicho fenómeno</p> <p>→ ¿correlación no implica causalidad? Puede considerarse que esto no justifica la explicación (el modelo mecánico causal de Salmon niega que se pueda explicar sin conocimiento de los mecanismos causales, y Suppe niega que dicha relaciones permitan explicar por qué se da dicho fenómeno)</p>

La explicación como unificación (Kitcher)

Entender la **explicación científica como unificación o sistematización de fenómenos bajo principios teóricos comunes**. (ya en Friedman)

Una explicación científica ha de aumentar nuestra comprensión del mundo	<ul style="list-style-type: none"> No es suficiente con inferirlo de una serie de premisas que incluyan ciertas generalizaciones Estas premisas deben permitir unificar otros fenómenos bajo los mismos supuestos teóricos Es decir, el mismo patrón argumentativo debe servir para subsumir diferentes enunciados aceptados acerca de diversos fenómenos. <p><u>Ej</u>: Antes las leyes de Kepler y Galileo se aceptaban independientemente, tras Newton quedan implicadas por sus leyes y reducen las regularidades aceptadas independientemente</p> <ul style="list-style-type: none"> Deben evaluarse grupos de explicaciones en lugar de explicaciones aisladas
Patrones argumentativos y reserva explicativa	<p>Los patrones argumentativos que mejor unifican el conjunto de enunciados asumidos en una ciencia en un momento dado son denominados por Kitcher como su "reserva explicativa"</p> <ul style="list-style-type: none"> Un argumento sólo es aceptable como explicación si el patrón argumentativo que sigue forma parte de esta reserva explicativa → forma parte de un conjunto de inferencias que son las que mejor unifican una serie de enunciados admitidos por la comunidad científica <p>La reserva explicativa minimiza los patrones argumentativos empleados y maximiza conclusiones</p> <p><u>Ej</u>: programa newtoniano tuvo gran capacidad unificadora</p> <p><u>Ej</u>: darwinismo unificó fenómenos biológicos bajo un mismo patrón argumentativo</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Un patrón argumentativo está constituido por</p> <ul style="list-style-type: none"> Una serie de enunciados esquemáticos en los que algunos términos no lógicos han sido sustituidos por variables; Un conjunto de instrucciones para completar que indican cómo debe sustituirse cada variable en los enunciados esquemáticos; y Una clasificación, que describe las inferencias realizadas dentro del argumento. </div> <div style="width: 45%;"> <p><u>Ejemplo</u> CO_2, proporción 3:8 de pesos de componentes es ¿por qué es así?</p> <p>(1) hay un compuesto de carbono y oxígeno que tiene la fórmula CO_2;</p> <p>(2) el peso atómico del carbono es 12 y el del oxígeno 16;</p> <p>(3), que se derivaría de las premisas anteriores, diría que la proporción de pesos en este caso es $1 \times 12 : 2 \times 16 = 12 : 32 = 3 : 8$.</p> </div> </div>

Características generales de la explicación como unificación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kitcher afirma que este modo de representar una explicación científica evita el problema de cómo caracterizar las leyes científicas → se asume que las premisas universales aceptadas como premisas en las diversas ejemplificaciones de estos patrones argumentativos deben ser consideradas como leyes científicas, aun cuando se trate en muchas ocasiones de "mini-leyes" (<u>Ej</u>: que el carbono y el oxígeno se pueden combinar en una proporción 3:8). 2. Las explicaciones científicas son argumentos, (coincide con el modelo de cobertura legal) pero Kitcher considera que la "reserva" explicativa sólo consta de argumentos deductivos → toda explicación científica es una explicación deductiva (aspecto discutible) 3. Explicaciones inaceptables quedan descartadas. <u>Ej</u>: Al aceptar que no se quede Juan embarazado por tomar la píldora, hay que buscar otro patrón argumentativo distinto que explique porqué no se embarazan otros hombres que tampoco la toman
--	---

Objeciones a la propuesta de Kitcher

Presupone un mundo causalmente ordenado o estructurado	<p>(el propio Kitcher reconoce) → Al preferir patrones argumentativos unificadores sobre aquellos que no lo son estamos presuponiendo que el mundo está causalmente estructurado u ordenado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exige una justificación que no se da → lastrado con una carga metafísica • (Kitcher responde) → es discutible que el orden causal de la naturaleza es independiente de nuestra sistematización teórica de la misma. Él rechaza de plano este presupuesto. • No hay un orden causal independiente que haya de ser capturado por nuestras explicaciones. Al contrario → "las nociones causales se derivan de las nociones explicativas" • <i>"las explicaciones correctas son aquellos argumentos que aparecerán en la reserva explicativa en el límite del desarrollo racional de la práctica científica"</i> • Hay unificaciones teóricas que no permiten derivar conclusiones acerca de relaciones causales <u>Ej</u>: esquemas clasificatorios o procedimientos estadísticos para manejar gran cantidad de datos. • Que consideramos explicativos ciertos argumentos predictivos, pero no argumentos retrodictivos similares → nuestras nociones explicativas se basan en nociones causales y no a la inversa. <u>Ej</u>: leyes de mecánica newtoniana explican posiciones de planetas en un momento posterior, pero no diríamos que dichas leyes expliquen su posición actual
--	---

¿Es posible un modelo general de explicación científica?

Desde sus inicios, y con los distintos modelos, ha habido un avance en los análisis acerca de la explicación científica:

- El reconocimiento de que **probabilidades bajas también explican**
- La explicación **no tiene por qué ser un argumento**;
- La **introducción de factores contextuales y pragmáticos**: determinar significado de preguntas y evaluar sus respuestas
- Propuestas diversas, basadas en el conocimiento científico, para **dilucidar el concepto de causa**
- El desarrollo de la **lógica erotética** (Bromberger, Belnap, van Fraassen)...

Pese al perfeccionamiento de los puntos de vista iniciales **no se puede decir que un modelo haya superado** al resto o cuente con apoyo sin reservas de mayoría de filósofos. **Todos los modelos tienen puntos débiles:**

- **Cobertura legal** → pieza fundamental de la concepción heredada. **Exige explicación basadas en leyes**, que a día de hoy no disponen de una caracterización satisfactoria de ley científica → si bien tiene ventajas, se reconoce insatisfactoria
- **Relevancia estadística** → declarado insuficiente por el mismo Salmon (mecánico-causal, también insuficiente). → sus presupuestos realistas sobre el concepto de causa y mecanismos causales → **polémica actual sobre el papel de teorías** Su **exigencia de atribución de probabilidades** a las particiones de la clase del fenómeno no siempre son posibles
- **Introducción de factores pragmáticos** y sustitución del concepto de verdad por adecuación empírica tampoco resuelven las cosas (Ej: en su momento el creacionismo era adecuado, y pragmáticamente valía tanto como el darwinismo)
- La concepción de **explicación como respuesta a pregunta por-qué** se muestra cuestionable para la totalidad de explicaciones. En ocasiones preguntas del cómo o el dónde son muy distintas → teorías que explican el cómo, no el por qué.
- Existen **explicaciones basadas en la racionalidad de los agentes humanos** (en historia y ciencias sociales) que no obedecen los patrones explicativos usuales en ciencias naturales.

Si se espera un modelo de explicación científica es que **establezca las condiciones necesarias y suficientes** para determinar cuándo tenemos una explicación en las ciencias y cuándo no, hemos de admitir el fracaso de todos ellos en conseguirlo

El concepto de explicación está estrechamente ligado al concepto de causa, (Hume nos despertó del sueño dogmático)

Los modelos expuestos deben interpretarse simplemente como **ideales simplificadores con cierto poder heurístico**.

En todo caso, sería razonable admitir que los distintos modelos de explicación propuestos **recogen aspectos relevantes de la diversidad de explicaciones que encontramos en la ciencia**, y eso quizás debería llevarnos a considerarlos no como visiones alternativas de la explicación sino como **visiones complementarias**.

El cambio científico

Una de las cuestiones más importantes de la filosofía de la ciencia es el del cambio de teorías: si se debe a **factores racionales** (argumentación lógica, evidencia empírica) o **irracionales** (intereses sociales y personales, factores económicos y políticos), si el **cambio es gradual y evolutivo o abrupto y revolucionario**, si las teorías científicas son **incommensurables**

Conflicto entre posturas: la **demarcación**, la **incommensurabilidad entre teorías** (los factores son insuficientes), el **realismo**

Modelo racional de cambio científico según Newton-Smith

1. La comunidad científica se ha **propuesto como meta** la que el modelo postula.
2. Nueva teoría **B** superior a la antigua **A** (según **principio de comparación** que el modelo estipula)
3. La **comunidad científica percibe la superioridad** de **B** sobre **A**.
4. Motivación de los miembros de la comunidad científica a **abandonar A en favor de B**

Los modelos racionales de cambio científico explican el cambio según factores internos, no externos

- **Factores internos:** características de propias teorías. Relativas a relación teoría-evidencia disponible
- **Factores externos:** no guardan relación con teorías y evidencia, sino con proponentes de las teorías

Neopositivistas – Reducción de teorías

Postura científica neopositivista

- **confirmabilidad** de enunciados científicos (Carnap)
- **modelo explicativo nomológico-deductivo** (Hempel)
- **reducción de teorías** en el desarrollo de la ciencia e incorporación de unas teorías en otras (Nagel)

Propiamente **no existe el cambio, sino el progreso en la ciencia**. Es un **proceso acumulativo** donde:

- Las teorías confirmadas son la base de las teorías posteriores (las **teorías viejas quedan reducidas a las nuevas**)
- Una teoría nueva no sustituye sin más a la anterior → **conserva lo que hay de verdad en ella y la extiende**
- Idea de un **progreso sin sobresaltos**.
- A medida que la teorías realizan cada vez **más predicciones exitosas**, alcanzan un **mayor grado de confirmación**.

Ej: teoría de la relatividad no invalida, sino complementa la teoría newtoniana como caso particular en $v \approx c$

Sustituir totalmente una teoría por otra sólo se puede en períodos donde la ciencia es inmadura y sin confirmar

Ej: la hipótesis geocéntrica de Ptolomeo nunca fue confirmada → cambio sin problema por la copernicana heliocéntrica

- La sustitución total de teorías no es muy tentativa
- Teorías bien confirmadas no suelen refutarse. Si acaso extendidas a ámbitos y fenómenos distintos de iniciales
- En su propio ámbito de fenómenos son prácticamente inmunes a la refutación
- El significado de los términos de una teoría no cambia al extenderse o incorporarse a otra más amplia → traducibles

Extensión de teoría bien confirmada a nuevo ámbito de fenómenos

- **T** conjunto de postulados teóricos
- **C** reglas de correspondencia (conectan teoría y experiencia)

Al ampliar dicha teoría a nuevos fenómenos **C'** no equivale la conjunción de la teoría con primeras reglas respecto a la teoría con las nuevas:

- $TC \neq TC'$, la desconfirmación de **TC'** no equivale a la de **TC**.

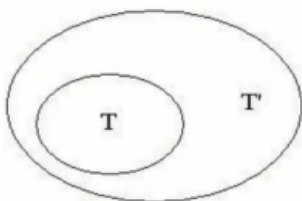
La diferencia de veracidad de **T** ante **C** y **C'** está en diferencia de dichas reglas de correspondencia: marco de aplicación diferente

Ejemplo:

- **TC** : mecánica de Newton (leyes del movimiento y la ley de la gravitación), más reglas de correspondencia para las que fueron propuestas.
- **TC'** : teoría de la relatividad de Einstein. **C'** incluye $v \approx c$ o fuertes campos gravitatorios → no desconfirma la teoría de Newton, planteada para $v \ll c$ y campos gravitatorios pequeños

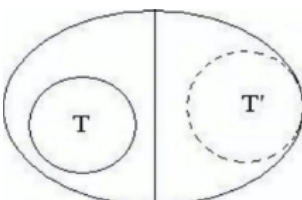
Reducción de teorías

Extensión a dominio común de fenómenos



Ej: mecánica newtoniana para masa puntual y sólido rígido

Incorporación a teoría más amplia



Ej: incorporar termodinámica a mecánica estadística

Para que una reducción sea posible han de cumplirse las siguientes condiciones

- **Condición de conectabilidad:** se introducen suposiciones que postulen relaciones adecuadas entre lo significado por los términos de ambas teorías
Ej: definir temperatura como energía cinética media de moléculas de dicho cuerpo
- **Condición de deducibilidad:** toda ley de la ciencia secundaria (reducida) es lógicamente deducibles de las premisas teóricas y las definiciones de la ciencia primaria (reductora).

Visión del desarrollo científico fuertemente cuestionada:

- Las **teorías científicas son susceptibles de verificación** científica.
- Las **teorías bien confirmadas son inmunes a la desconfirmación** posterior.
- El **significado de los términos de una teoría no cambia** al reducirse → traducibles

El modelo resultante es un **modelo racionalista**, porque:

- **Objetivo definido justificable** → **teorías bien confirmadas cada vez más amplias**
- **Criterio de comparación:** la **lógica inductiva**: más apoyo inductivo → mejor teoría
- **Únicos factores relevantes son internos:** las condiciones de conectabilidad y deducibilidad del contenido de las teorías y su relación con la evidencia empírica al evaluar teorías.

Karl Popper – Racionalismo crítico

La razón es el instrumento fundamental para el avance de los conocimientos, a través de la crítica sistemática de las teorías. El avance del conocimiento es el problema central de la epistemología y presenta tres rasgos principales:

- **Falibilismo consecuente**: no hay conexión verdad-certeza. Conocimiento falible sin renunciar a la aspiración de conocer
 - Punto intermedio entre ideal de certeza absoluta (Descartes, Husserl) y escepticismo. Al ser conocimiento falible no se puede aspirar a certeza absoluta → conocimiento mejorable: eternos buscadores de verdad, nunca sus poseedores
- **Racionalismo metodológico**: no podemos fundamentar con seguridad nuestros conocimientos más allá de toda duda, pero sí someterlos a pruebas críticas, compararlos y reformarlos. La justificación absoluta es sustituida por la valoración comparativa. Nunca podremos decir que la teoría es verdadera con certeza absoluta, pero sí que es mejor y que ha pasado más pruebas que el resto de teorías rivales.
- **Realismo crítico**: existe una realidad independiente del sujeto cognoscente y que la ciencia intenta conocerla tal como es en sí misma → **meta de la ciencia**: obtener conocimiento de la realidad aproximadamente verdadero (verosimilitud). Idea regulativa de la verdad. Esto es en realidad un problema metafísico, puesto que:
 - se trata de determinar la existencia de una realidad independiente
 - si dicha realidad es cognoscible por nosotros tal y como es
 - cómo entender la relación entre nuestras teorías y dicha realidad independiente.

Racionalismo crítico y búsqueda del error

- Racionalismo crítico debe distinguirse del racionalismo clásico y el empirismo (no distinguían origen del conocimiento y su validez)
- No existen fuentes ideales de conocimiento
- *¿Cómo detectar y eliminar el error* → **Criticando nuestras teorías**
- Lo que importa no es justificar o fundamentar nuestro conocimiento en unas fuentes seguras y últimas, sino examinarlo críticamente para **eliminar el error lo antes posible**.

Mezcla de racionalista y empirista

- **Racionalista**: no obtenemos teorías por observación e inducción → fruto activo de la creatividad mental
- **Empirista**: sólo la experiencia sirve para dirimir la verdad o falsedad de los enunciados básicos
- **Principio del racionalismo crítico**: *"Exigimos que nuestra adopción y rechazo de teorías científicas dependan de nuestro razonamiento crítico (con resultados de la observación y el experimento)"*

El progreso científico según Popper

- **La ciencia no avanza por acumulación** → Rechaza la acumulación neopositivista. La ciencia avanza porque va edificando teorías nuevas sobre otras, extendiendo/incorporando sobre teorías que quedan falsadas
Ej: mecánica newtoniana falsada y reemplazada por mecánica relativista
- **No hay inducción** que justifique teorías según apoyo de evidencia empírica → avanzamos mediante ensayo y error (es creativo a diferencia de la inducción). El ensayo es una suposición, y el error la selección de dichas suposiciones
 - Método de contrastar teorías es el hipotético-deductivo → se deducen conclusiones lógicamente y se comparan entre sí y con enunciados aceptados por la experiencia
 - Si las deducciones entran en conflicto, la teoría puede ser errónea, si no, queda como **hipótesis corroborada**
- **Todas las teorías son conjeturas hipotéticas y revisables permanentemente** → a medida que superen intentos de falsación aumentan su **grado de corroboración** → informe del rendimiento pasado de una teoría (no del futuro)
 - Mayor grado de corroboración no implica mayor probabilidad ni seguridad de éxito en nuevas falsaciones
 - Una teoría con alto grado de corroboración puede ser falsada al siguiente intento. No es apoyo inductivo
 - Se crea dura competición entre teorías rivales, y los científicos eligen la mejor parada de dicha disputa.

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2 \quad \text{Donde} \quad \begin{cases} P_1 & \rightarrow \text{problema de partida} \\ TT & \rightarrow \text{teoría tentativa} \\ EE & \rightarrow \text{eliminación de los errores} \\ P_2 & \rightarrow \text{nuevos problemas} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{Ante un problema partimos de teoría} \\ \text{tentativa cuyos errores se revelan con el} \\ \text{método hipotético deductivo. Al superarla} \\ \text{tenemos un nuevo problema ante el que se} \\ \text{continúa procediendo análogamente} \end{array}$$

La competición entre teorías **se asemeja al proceso al de selección natural**: la teoría que sobrevive no sólo ha resistido las contrastaciones más exigentes, sino también es contrastable de modo más riguroso

- El progreso científico es siempre **revolucionario** → No hay evolución de una teoría a otra, sino lucha darwiniana por la supervivencia. El progreso depende de que las teorías proliferen y compitan
- **No hay una evolución gradual ni un proceso de acumulación** (como en el modelo positivista), sino que unas teorías van superando a las anteriores a medida que éstas van quedando falsadas
- Muy importante que haya **proliferación de teorías en competición** → más teorías, mayor rapidez de progreso
- Buscar siempre respuestas alternativas a problemas y **evitar que una teoría monopolice** (frena el progreso)

Coincide con los neopositivistas en que la nueva teoría debe poder explicar lo que explicaba con éxito la anterior. Hay un cierto sentido en que el progreso científico es acumulativo. Para que una nueva teoría sustituya a otra derrocada, ha de conservar el poder explicativo de ésta; tener éxito donde lo tuvo la anterior, y en algunos sitios donde la anterior fallaba

Intentó mantenerse neutral acerca de si la ciencia debe interpretarse como búsqueda de la verdad o sólo de teorías útiles. En su concepción del progreso científico era posible evitar los conceptos de verdadero y falso

Rescata de Tarski la tesis empirista de verdad como correspondencia y que sobre cuestiones de hecho no cabe la verdad absoluta → “la verdad ha de permanecer siempre en el horizonte y no puede ser nunca una meta que podamos afirmar haber alcanzado” → pero podemos acercarnos cada vez más y saber que lo estamos haciendo → a este acercamiento progresivo lo denomina **grado de verosimilitud**. (meta más clara y realista que la búsqueda de la verdad como tal)

- Si no sabemos dónde está esa meta, ¿cómo saber si nos estamos acercando? → No se puede estar seguro, pero sí se pueden hacer estimaciones y determinar el grado de verosimilitud de una teoría respecto a otra
- La definición verosimilitud de Popper se basa en la noción de Tarski de **contenido lógico**: El contenido lógico de un enunciado (o teoría) se entiende como la clase de todos los enunciados que se derivan lógicamente de él
- **Contenido de verdad**: parte del contenido lógico que consta de todas las consecuencias verdaderas del enunciado en cuestión que no sean tautologías.
- **Contenido de falsedad**: clase de los enunciados falsos implicados por un enunciado

Suponiendo que dichos contenidos sean medibles, se puede comparar qué teoría t_1 o t_2 es más verdadera si:

$$t_2 > t_1 \Leftrightarrow (V_{t_2} \geq V_{t_1}) \wedge (F_{t_2} \leq F_{t_1})$$

- el contenido de verdad, pero no el de falsedad, de t_2 es mayor que el de t_1
- el contenido de falsedad de t_1 , pero no el de verdad, es mayor que el de t_2

Suponiendo que se pueda medir el contenido de verdad y de falsedad de una teoría a , la verosimilitud de dicha teoría podría definirse como →

$$Vs(a) = Ct_v(a) - Ct_f(a) \quad \text{donde} \quad \begin{cases} Vs(a) & \text{verosimilitud de la teoría} \\ Ct_v(a) & \text{medida del contenido de verdad} \\ Ct_f(a) & \text{medida del contenido de falsedad} \end{cases}$$

No pretende que esto sea un algoritmo aplicable en la práctica, sólo mostrar que la verosimilitud es viable lógicamente

Desde el punto de vista del progreso acumulativo respecto a la verosimilitud cabe decir que:

- Las **nuevas teorías deben ser más verosímiles** que las anteriores
- Deben contener más verdades y/o menos falsedades que las teorías a las que sustituyen.
- El **aumento de verosimilitud** que caracteriza al progreso científico es **conjetural**. No podemos estar completamente seguros de que lo que en un momento determinado consideramos verdadero/falso lo sea realmente
- Hay casos en que podemos razonablemente creer que se produce tal aumento de la verosimilitud: si una teoría es más arriesgada que la anterior, y es capaz de explicar todo lo que ésta explicaba, y no fracasa a la hora de pasar las pruebas en las que la anterior fracasó, hemos de suponer que está más cerca de la verdad, ya que teniendo un contenido empírico (y lógico) mayor, su contenido de falsedad no supera al de la anterior

Los lógicos P. Tichy y D. Miller mostraron que el concepto de verosimilitud popperiano era inaceptable. Probaron que para cualesquiera dos teorías falsas diferentes A y B , es falso que A tenga menos verosimilitud que B y viceversa, y por tanto no es posible su comparación en esos términos.

No sólo buscamos acercarnos a la verdad, sino verdades interesantes, teorías profundas con gran contenido empírico, gran poder explicativo y que sean más falsables → Alto grado de falsabilidad es un objetivo primordial de la ciencia

Requisitos de una teoría para que signifique un desarrollo del conocimiento

1. Debe **partir de una idea simple y unificadora**.
2. Debe ser **contrastable independientemente**, debe tener nuevas consecuencias contrastables → la nueva teoría debe tener mayor contenido empírico o grado de falsabilidad que la anterior.
3. Debe **pasar con éxito nuevas y severas contrastaciones**. La nueva teoría debe tener **mayor grado de corroboración** → no basta con tener refutaciones exitosas, hay que obtener también verificaciones exitosas de las nuevas predicciones

El modelo que propone Popper es racional

- Objetivo para la ciencia → teorías más verosímiles y profundas
 - Criterios de comparación → grado de corroboración
- El **proceso de selección de teorías** por parte de los científicos adopta la siguiente forma:
- se buscan teorías con mayor grado de falsabilidad (**mayor contenido empírico**) que las precedentes y que conserven su capacidad explicativa; de las que no resulten falsadas se preferirá aquella que haya pasado las contrastaciones más severas (**mayor grado de corroboración**) lo que presumiblemente es un mejor acercamiento a la verdad (**mayor grado de verosimilitud**)

Kuhn, Feyerabend, Laudan → rechazan que el progreso científico se entienda como **acercamiento gradual** a la verdad.

Lakatos, Newton-Smith → critican **dificultad de establecer vínculo adecuado entre corroboración y verosimilitud**:

→ Corroboración (historial de éxitos) vs Verosimilitud (idea de éxitos futuros) → requiere inferencia **inductiva** (Popper rechaza y muchos consideran su principal punto débil) → Popper acaba sugiriendo admitir un “soplo de inductivismo”

Estos problemas de relación entre corroboración y verosimilitud acarrear a Popper la **acusación de antirrealista** (experimento) → proponer hipótesis que cuadre con experiencia (*carnapiano*), tratar de refutarla (*popperiano*)

Thomas Kuhn – Ciencia normal y revoluciones científicas

En “*The structure of scientific revolutions*” (1962) reflexiona si se atiende a la historia de la ciencia, se comprueba que los modelos sobre el progreso científico no encajan con las propuestas realizadas por los filósofos de la ciencia hasta ese momento, siendo especialmente **contrario a las propuestas de Popper**.

Su propuesta de cómo funciona la ciencia basada en la historia de la ciencia influye enormemente, tanto en filosofía de la ciencia, como en sociología, antropología, historia, lingüística, crítica literaria... (áreas propias de las humanidades)

Discrepancias de Kuhn respecto a Popper

- Coinciden en ver **el progreso científico es revolucionario y no acumulativo**, pero cree que las revoluciones presentan discontinuidades más profundas que las señaladas por Popper; y que estas revoluciones no serían posibles sin largos periodos de estabilidad (‘ciencia normal’) caracterizados por el dominio incuestionable de una gran teoría o paradigma.
- Discrepan en que **no cree que exista en la ciencia un acercamiento progresivo a la verdad**. Se trata más bien de el **surgimiento de consensos** en la comunidad científica → posibilita un rápido progreso
- Campos como filosofía o teología no consiguen ese progreso, no es que carezcan de algún instrumento metodológico propio de la ciencia, sino que no hay consenso y hay rivalidad entre escuelas.

Fases en el desarrollo de una ciencia	Ciencia inmadura	<p>Periodo pre-paradigmático → Ausencia de un paradigma común que aúne el consenso de la comunidad científica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existen diversas escuelas rivales compitiendo entre sí • No existe un consenso suficiente sobre cuestiones básicas y el progreso del conocimiento se hace muy difícil, salvo en el interior de cada una de estas escuelas. • En ellas se realiza algún progreso (según sus criterios) → no reconocido frecuentemente por escuelas rivales • Los descubrimientos realizados por una son ignorados por las otras, de modo que pueden llegar a perderse. • La falta de colaboración entre los miembros de diversas escuelas y la discusión sobre los fundamentos son una constante en estos periodos: todo se replantea desde el inicio. • No hay una guía fiable y duradera para la investigación que posibilite un avance rápido de los conocimientos. <p><i>Ej:</i> el electromagnetismo a comienzos del XVIII. Tres “escuelas”: (1) fenómenos de atracción por fricción y repulsión por rebote, (2) atracción y repulsión mismos efectos de la electricidad, (3) electricidad fluido que circulaba por los cuerpos conductores → a partir de Benjamin Franklin se establece paradigma común</p>
	inmadura ← madura	<p>No es el surgimiento de un paradigma donde antes no lo había, sino la victoria total de un paradigma sobre otros paradigmas rivales (→ tener un paradigma no es criterio de demarcación)</p> <p>Pese a la victoria, la adhesión al paradigma puede llevar su tiempo, → con el tiempo, los disidentes se apartan (mueren, jubilados, dejan de ser relevantes).</p> <p>A partir del triunfo de un paradigma el progreso se potencia → el trabajo es más rutinario, pero más efectivo</p>
	Ciencia madura	<p>Investigación bajo el dominio de un paradigma, salvo en momentos de crisis revolucionaria.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ciencia normal: Investigación bajo paradigma que no es cuestionado → mayor parte de la actividad científica. • Ciencia extraordinaria: Periodo de crisis revolucionaria en el que se cuestiona el paradigma vigente.
<div> <div>CIENCIA INMADURA</div> <div>Periodo pre-paradigmático</div> </div> <div> <div>CIENCIA MADURA</div> <div> <div>Periodo paradigmático (ciencia normal)</div> <div>Periodo revolucionario (ciencia extraordinaria)</div> <div>Nuevo periodo paradigmático (ciencia normal)</div> </div> </div>		
Paradigma	Matriz disciplinar (ps. en ed. 1969)	<p>El término es problemático (21 usos distintos) → Kuhn intenta definir paradigma más acotada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paradigma en sentido amplio o sociológico: completa constelación de creencias, valores, técnicas,... que comparten los miembros de una comunidad científica • Paradigma en sentido restringido: solución a enigmas concretos y usados como modelos ejemplares para la solución de otros enigmas. <p>Modelo teórico que resuelve problemas destacados y sirve de ejemplo para otros problemas más complejos. Sentido más amplio, incluyen componentes axiológicos, metodológico y ontológicos identidad de una comunidad</p>
		<p>Generalizaciones simbólicas : Componentes formales de la matriz disciplinar (leyes y definiciones de términos) <i>Ej:</i> ecuaciones T^a Cuántica. Aceptan fórmula pero no la interpretación</p> <p>Valores : El consenso sobre ellos entre comunidades de científicos es mayor que sobre las generalizaciones simbólicas y los modelos <i>Ej:</i> exactitud, simplicidad, consistencia</p> <p>Modelos heurísticos y categoriales : Analogías preferentes para un mejor entendimiento del modelo (sin compromisos ontológicos) <i>Ej:</i> bolas de billar \approx movimiento aleatorio</p> <p>Ejemplares : Solución a problema concreto aceptados por la comunidad como paradigmáticos. (= que hace el estudiante) → papel fundamental en la educación científica <i>Ej:</i> $F=ma \rightarrow mg=md^2s/dt^2$</p>

Objetivo → no es descubrir nuevos fenómenos ni elaborar nuevas teorías, sino que desde el paradigma, se establecería la articulación de aquellos fenómenos y teorías que ya proporciona el paradigma. Se ocupa de tres tipos de problemas:

1. **Determinación del hecho significativo.** Determinar en el paradigma cuáles son los hechos fundamentales a explicar
2. **Acoplamiento de los hechos con la teoría.** Desarrollar el paradigma para que explique satisfactoriamente los hechos que caen bajo su dominio. (Ej: Desarrollando nuevas técnicas matemáticas o aplicándola a nuevos ámbitos)
3. **Articulación de la teoría.** Eliminar inconsistencias, conectar partes de la teoría que parecía inconexas, extenderla a nuevos ámbitos... (dándole más coherencia, más precisión o más simplicidad, por ejemplo).

Los periodos de ciencia normal se parecen mucho al ideal de los neopositivistas en relación a teorías bien contrastadas: ir mejorándola, ampliándola y articulándola.

- No busca novedades importantes, sino **aumentar el alcance y precisión del paradigma**
- **No tratan de falsar sus teorías.**
- **Intenta resolver enigmas** (puzles, rompecabezas) → problemas que sirven para poner a prueba el ingenio o habilidad para resolverlos; problemas interesantes y resolubles especialmente significativos dentro del dominio del paradigma.
 - En caso de no conseguirlo, sólo se pone en cuestión la habilidad del científico, no la validez del paradigma.
- Produce un **desarrollo altamente acumulativo** de conocimientos.

La ciencia normal no duran siempre. Kuhn requiere estos largos períodos de estabilidad que llegan a un punto inasumible → desembocan en un **periodo de ciencia extraordinaria** cuando se detectan problemas que cuestionan el paradigma:

- **Reconocimiento de anomalías** (violación de expectativas) que contrastan contra el fondo proporcionado por el paradigma. Existe una tensión esencial entre tradición e innovación.
- Si fracasan repetidos intentos de reconciliarlas con el paradigma se inicia un período de inseguridad profesional → **se pierde la confianza y seguridad en el paradigma** → Se intentan modificar el paradigma.
- Si las **anomalías persisten** → alteraciones son cada vez más radicales y divergentes del paradigma → disminuye el consenso sobre ellas por parte de la comunidad → Los distintos cambios equivalen a una **proliferación de teorías**.
- Cuando no hay una única comunidad con paradigma compartido **se pasa de ciencia normal a crisis revolucionaria**.

La **crisis revolucionaria** es **condición necesaria (no suficiente)** para una **revolución científica** → No siempre hay revolución

- | | |
|--|--|
| Resolución de la crisis revolucionaria | <ol style="list-style-type: none"> 1. Teorías, ejemplares y técnicas previas resuelven problemas de la crisis → refuerza el paradigma 2. No se consigue resolver → se aparca para tratar en un momento con mejores recursos 3. Surge un nuevo candidato a paradigma que resuelve el problema → revolución científica → se acepta el nuevo paradigma y se abandona el anterior |
|--|--|

Las **revoluciones científicas** son para Kuhn algo más que la sustitución de algunas ideas sobre el mundo por otras → son **"cambios en la visión del mundo"** → tras una revolución los científicos ven el mundo que investigan de modo diferente

El cambio en la visión del mundo es más que un cambio perceptivo o una reinterpretación de datos sensoriales → es como si el mundo se poblara realmente de nuevos objetos → han cambiado los referentes y las cosas no se miden, ni se prueban, ni se manipulan del mismo modo → **mundo distinto después del cambio de paradigma** → **cambios de gestalt**: Ej: mirar a la luna antes de Copérnico era mirar un planeta, después, era mirar un satélite.

Para Kuhn, **los distintos paradigmas son inconmensurables**:

- Cada paradigma interpreta la experiencia (e incluso ve el mundo) de modo distinto
- **No hay normas de evaluación supraparadigmáticas** que puedan dirimir las diferencias. → Las normas y los valores cambian también con el paradigma → Lo que en un paradigma es refutador del paradigma rival, desde éste pueda servir sólo como una pequeña dificultad superable con las oportunas modificaciones teóricas.

A diferencia de Popper, el científico no debe ser un revolucionario audaz que intenta siempre encontrar nuevas ideas opuestas a las teorías vigentes → debe resolver enigmas hasta que tenga la suerte, si es que la tiene, de tropezar con algo mucho más importante, con un problema que choque con lo que el paradigma autoriza a esperar

- Una teoría no se abandona por tener ejemplos falsadores en contra → **debe haber un candidato alternativo**
- Todo paradigma tiene problemas que no puede resolver → no son ejemplos en su contra si no hay paradigma rival
"Rechazar un paradigma sin sustituirlo simultáneamente por otro es rechazar la ciencia misma."
- Siempre **se puede defender un paradigma con modificaciones ad hoc** temporalmente
- En **ciencia normal** se busca preservar a toda costa la validez del paradigma → **culpa de los fracasos al científico**
- En **periodo de crisis** pone en **cuestión el paradigma y lo culpa a él de los fracasos**, no al científico.

Una revolución científica no depende de que haya un experimento crucial que refute un paradigma y apoye al rival.

¿Qué determina el desencadenamiento de la crisis? Kuhn es elusivo en esto. Varias circunstancias pueden provocar esto:

- Que pongan en tela de juicio las generalizaciones fundamentales del paradigma
- Que tengan una gran importancia práctica y repercusión tal que incluso sean percibidas por la sociedad.
- Que pase mucho tiempo sin que sean resueltas.

Problemas de las posturas de Kuhn	
Reescritura de la historia de la ciencia	Kuhn alega la invisibilidad de las revoluciones → imagen de la ciencia de libros de texto escritos por los vencedores → al triunfar una revolución “se reescribe la historia” (a lo 1984) Aunque la ciencia normal proporciona un progreso acumulativo, el verdadero avance se produce por el cambio revolucionario que no es acumulativo → el resultado de una revolución es visto como un progreso ya que es el bando vencedor el que escribe la historia → sus resultados se verían como un progreso lineal , perdiéndose matices de la ciencia anterior, como si todos los científicos hubiesen trabajando siempre en los mismos problemas con los mismos objetivos → Postura muy criticada
Constructivismo idealista	Fuertes críticas a sus planteamientos de “cambio de mundo” y “cambio de Gestalt”, y de un mundo que depende de nuestras teorías . → Kuhn se retracta y alega que lo que hay son cambios en la estructura que imponen al mundo los términos y postulados de cada paradigma
Micro-revoluciones	(Tras críticas) en las revisiones de “La Estructura” Kuhn reduce el alcance de las revoluciones, que se darían a pequeña escala → no son siempre de gran magnitud y escasas → sólo afectan a subespecialidades. Llevado al límite pondría en duda la misma existencia de períodos de ciencia normal, disueltos en este enfoque → hace que el planteamiento revolucionario se pareciera más al propuesto por Popper
Noción de progreso	Kuhn rechaza que el cambio revolucionario suponga progreso objetivo hacia una meta → se da “progreso” porque la capacidad de resolver problemas del nuevo paradigma es vista como mejor por la comunidad que acaba consensuando la bondad de un paradigma respecto a sus rivales (no hay punto de vista neutral) Habría cierto progreso objetivo en períodos de ciencia normal → Kuhn: la sucesión de periodos de ciencia normal y revoluciones científicas de <i>“comprensión cada vez más detallada y refinada de la naturaleza”</i> Rechaza el realismo de Popper pero sostiene que hay un progreso “unidireccional e irreversible”, donde el progreso se puede apreciar por la separación del nuevo paradigma respecto al punto de partida. Para Kuhn, el que se de progreso o no dependerá de la apreciación subjetiva de defensores de paradigmas rivales, que con la aceptación del paradigma ganador, dan potestad de verlo como mejor para resolver problemas → aceptar esto supone que no haya sentido de progreso a través de la historia de la ciencia → supone decir que el paradigma aceptado actualmente ha vencido a los otros y en consecuencia lo anterior ha sido superado, conviniendo la comunidad en la existencia de progreso (¿relativismo?) → Bird intenta salvar a Kuhn → no hay contradicción entre ambas ya que las discontinuidades no son absolutas (los logros alcanzados en periodos de ciencia normal no cambian con el nuevo paradigma)
Pérdida de poder explicativo y problemas sin solución	Cambio de paradigma → desaparecen problemas y aparecen nuevos → pérdida de poder explicativo Según Kuhn, problemas resueltos son problemas empíricos que predicen las teorías y serían el objetivo de la ciencia normal → supone que si se acepta un nuevo paradigma, éste mantiene estos problemas resueltos Contradicción en postura de Kuhn: “progreso objetivo porque aumenta capacidad de resolver problemas de mejo modo independientemente de perspectiva teórica” VS “lo que se considere problema y cómo resolverlo depende del paradigma” → haría imposible un criterio objetivo de comparación de teorías
Kuhn irracional	<ul style="list-style-type: none"> • No hay meta para la ciencia → el progreso se mide por separación del punto de partida. • No cree que haya criterios objetivos y neutrales para evaluar teorías rivales. La aplicación de criterios para evaluar la elección de teorías es para Kuhn algo subjetivo (según paradigma). El apelativo 'irracionalista' es excesivo en estas circunstancias (le molestaban bastante, pues suponía que su filosofía no da papel a la razón en la investigación científica o que considere la ciencia contraria a la razón) → Kuhn sostuvo explícitamente que la ciencia es el mejor modelo que tenemos de racionalidad . <ul style="list-style-type: none"> • Su propósito era ampliar el concepto de racionalidad más que desterrarlo o marginarlo. Los científicos argumentan racionalmente por qué aceptan una teoría en vez de otra (exactitud, coherencia, alcance) • Que científicos usen la persuasión no implica comportamiento irracional, porque la racionalidad no se reduce al uso de la lógica → la elección de teorías rivales no es una inferencia lógica. Los criterios de evaluación funcionan como valores (no como reglas); y los factores externos (sociales, psicológicos, políticos, culturales, etc.) influyen también de manera muy notable en dicho juicio. • No hay algoritmos de decisión en elección de teorías. Los criterios de elección (valores) ni son aceptados en el mismo orden jerárquico ni son aplicados del mismo modo por todos los científicos.
Concepto de ciencia normal	Popper, Feyerabend, Laudan → el concepto de ciencia normal es opuesto a la proliferación de teorías → acusan a estos períodos de conservadurismo y que Kuhn promueve el dogmatismo y sumisión a la autoridad establecida Popper entiende y acepta la ciencia normal → critica que la llame “normal” como tarea necesaria y encomiable cuando es digna de censura y es un peligro para la ciencia → El problema está en lo que llama “mito del marco” (paradigma domina incuestionablemente) → no es posible la discusión racional si no se está dentro del paradigma → Kuhn dice que sí es posible (en periodos de crisis) → Kuhn no recomendaba la ciencia normal, se limitaba a describir que es lo que se da cuando no hay revolución Feyerabend, Laudan, Bird → niegan que la propia historia de la ciencia esté del lado de Kuhn (<u>Ej</u> : ADN)

Paul Feyerabend – Anarquismo epistemológico

Fue uno de los primeros filósofos que protestaron contra el sistema político y cultural prevaleciente en EEUU y Europa, cuya fuerza atribuían a la alianza entre el poder militar, económico y la ciencia. No presentó un modelo de progreso científico al considerar que la ciencia no era un sistema unificado → no tiene sentido un modelo universal de progreso

Se centró en la crítica a los modelos de progreso científico → No ataca a la ciencia sino al **mito formado en torno a ella** (“cuento de hadas” que lleva a la gente a someterse a su autoridad. La ciencia no posee un método riguroso)

Cada vez se ocupaba más del papel de la ciencia en la sociedad y aspectos políticos y sociales relacionados con ella

Propuestas epistemológicas: **inconmensurabilidad** de teorías, **pluralismo metodológico**, principio de **proliferación de teorías**

Sus posturas no eran bien vistas. El mismo reconocía su carácter escandalizador → Nature: “*el peor enemigo de la ciencia*”

→ provocaciones extremas: ciencia=curanderismo, permitir elección de lo que aprenden los niños (vudú, magia...) que en realidad debe verse como advertencia al racionalista de no despreciar aquellos conocimientos que no ha considerado

→ más que enemigo, Feyerabend **intentó mejorar la ciencia**, hacerla más humana, menos dogmática y más democrática

Metodología pluralista	<ul style="list-style-type: none"> La idea de un único método con principios firmes que rija el quehacer científico tropieza con la historia de la ciencia, ya que los métodos han ido cambiando con el paso del tiempo Sólo hay un principio que puede defenderse bajo cualquier circunstancia: todo vale. <ul style="list-style-type: none"> Malinterpretada exageradamente (Feyerabend conocía perfectamente cómo funcionaba la ciencia) Se trata de reducción al absurdo de planteamientos racionalistas y su búsqueda de modelos universales Afirma que los científicos son oportunistas metodológicos → pluralismo metodológico: no hay un método en ciencia, sino diversidad de métodos aprovechables en unas circunstancias, inútiles en otras Si la inducción es el método empirista (acuerdo teoría-experiencia), la historia de la ciencia muestra que a veces el éxito viene de teorías inconsistentes que chocan con los hechos aceptados en un momento dado → aconseja proceder contrainductivamente para chocar (y superar) los límites del dominio de cada teoría científica. Aceptar los límites constriñe nuestro alcance y hereda problemas propios de cada teoría
Proliferación de ideas	<ul style="list-style-type: none"> La condición de consistencia exigida por los neopositivistas para concordancia con teorías aceptadas no es razonable → favorece teorías antiguas y no a la mejor → puede prevenir un progreso real La proliferación de ideas es beneficiosa (permite chocar con teorías bien confirmadas) y evita problemas que da la uniformidad. Permite tener puntos de vista diferente y descubrir y criticar elementos que subyacen en teorías vigentes y que condicionan toda la ciencia que se hace desde ella. Recomienda inventar nuevas teorías y no descartar demasiado pronto las viejas o fallidas El choque entre hechos y teorías puede ser prueba de progreso (descubierto contrainductivamente) <u>Ej</u>: Galileo, movimiento de la Tierra, inercia y la posición de caída de un cuerpo desde posición elevada. En realidad es un movimiento de dos componentes, choca contra postura aristotélica. Utilizó persuasión (publicación de sus obras en italiano) y apeló al gusto popular por lo nuevo frente a lo viejo
Oposición a la razón como fuente de progreso	<ul style="list-style-type: none"> Oponerse a la razón es la fuente de progreso científico. → apela a los medios irracionales : propaganda, sensibilidad, hipótesis ad hoc y apelación a prejuicios (más radical que Kuhn que pretendía ampliar dicho contexto racional, atendiendo a aspectos de éste que no habían sido considerados) Aunque la razón exige que la evaluación de las ideas no se invalide por elementos irracionales, ejemplos históricos muestran que existen situaciones donde los juicios y reglas metodológicas más liberales habrían eliminado una idea o un punto de vista que hoy consideramos esencial para la ciencia No distingue contextos de descubrimiento y justificación Junto a Kuhn defiende la postura de Hanson No distingue términos observacionales y teóricos de que la observación está cargada de teoría <p>Conclusión: incluso en la ciencia la razón debe ser marginada o eliminada con frecuencia en favor de otras instancias, haciendo posible que a través de una oposición a la razón se pueda alcanzar el progreso científico</p>
Anarquismo epistemológico	<p>Feyerabend denomina posición como anarquismo epistemológico (difiere del escepticismo y del anarquismo político)</p> <ul style="list-style-type: none"> El escepticismo considera todos los puntos de vista igualmente buenos (o malos), o bien desiste tales juicios. → El anarquismo epistemológico no tiene reparos en defender el enunciado más trillado o más ultrajante. El anarquista político o religioso pretende eliminar cierta forma de vida → El anarquista epistemológico puede desear defenderla porque no ni lealtad ni aversión eterna contra cualquier institución o ideología <p>No tiene programa y está en contra de todos los programas, o sí → (anti)dadaísta epistemológico</p> <p>■ 4 posturas epistemológicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Racionalismo anticuado o ingenuo: se puede hacer cualquier cosa. La racionalidad es universal Racionalismo de la dependencia contextual: la racionalidad no es universal, pero hay enunciados universalmente válidos que determinan que es racional (y sus reglas) según en qué contexto Anarquismo ingenuo: (a) limitaciones en reglas absolutas y las que dependen del contexto y (b) todas las reglas y criterios carecen de valor o deberían ser abandonados Anarquismo epistemológico: medicina para la epistemología que está enferma de racionalismo

El mito de la ciencia

Vivimos en un cuento de hadas en el que la ciencia ha descubierto un método que transforma sus ideas en ideas verdaderas y útiles → no existe tal método que garantice el éxito o que lo haga probable

- Hay un **mito respecto a la ciencia** → su **autoridad teórica debería ser menor** de lo que se le supone
- Tiene tal influencia social que requiere de interferencia política → **situar a la ciencia en su lugar**
- El **cientificismo** es como una **ideología asemejable al mito**: cree ser la poseedora del único método correcto y los únicos resultados aceptables → como con la iglesia, **hay que separar la ciencia del estado**

• **Sociedad libre**: se conceden iguales derechos e igual posibilidad de acceso a la educación y posiciones de poder a todas las tradiciones culturales ← difiere de la típica (tradicción occidental de la ciencia) → todos los individuos tienen igual derecho de acceso a posiciones definidas por una determinada tradición

Para Feyerabend, no hay nada en la ciencia, ni en cualquier otra ideología que las haga intrínsecamente liberadoras → Las ideologías pueden deteriorarse y convertirse en religiones dogmáticas

- Empiezan a deteriorarse en el momento en el que alcanzan el éxito: **su triunfo es su ruina**. La evolución de la ciencia en los siglos XIX y XX, y en especial tras la segunda guerra mundial, es un buen ejemplo.
- *Una verdad que reina sin control ni equilibrio es un tirano que debe ser derrocado, y cualquier falsedad que nos ayude en su derrocamiento será bienvenida.*

Intención de Feyerabend → no hay que aceptar una teoría o verdad absoluta de modo dogmático → tener en cuenta rivales que pugnen por sustituirla y ayuden al progreso científico mostrando posibles errores y fallos
¿Hay diferencia entonces entre magia, religión y mito (tratan de mantenerse en contacto con la realidad) y la ciencia (se supone que ha alcanzado éxito en tal respecto). Cuestión basada en tres supuestos discutibles

- El **racionalismo científico es preferible a las tradiciones alternativas** a la hora de dar cuenta de la realidad (lo cual no ha de ser obvio para cualquier persona de otra tradición cultural).
- El **racionalismo no puede mejorar** por comparación y/o combinación **con las tradiciones alternativas** (también es discutible: la ciencia también ha sido beneficiada por el contacto con otras culturas, como la medicina influenciada por las tradiciones de curanderos).
- Se debe aceptar y hacer del **racionalismo la base de la sociedad y la educación**

Ninguno de los dos primeros supuestos corresponden con los hechos → ninguna ideología ni forma de vida es tan perfecta que no pueda mejorar algo cuando se la compare con las otras. Aunque supusiésemos esto verdadero, ¿se sigue de ello que la ideología racionalista deba ser entonces impuesta a todo el mundo?. → Parece que hay que conceder a las tradiciones que dan sentido a la vida iguales derechos e igual acceso a los principales puestos de la sociedad con independencia de los que las demás tradiciones piensen sobre ellas.

La ciencia en una sociedad libre

Especial relevancia de nuestras posturas y puntos de vista:

- **Relativismo**: reconocer que nuestro punto de vista predilecto puede ser uno más de las múltiples opciones que existen para gente con otra forma de pensar e intereses
 - **Relativismo político**: igual derecho de distintas tradiciones a puestos de poder
 - **Relativismo filosófico**: toda tradición, teoría o idea es igualmente verdadera/falsa (no es este el relativismo que defiende Feyerabend)
- **Tolerancia**: debería ser la aceptación de la verdad codo con codo con la falsedad. Pero la entendemos como *“trato humanitario hacia aquellos que (no piensan como nosotros y) están sumidos en la falsedad”*

La cultura científico-técnica es la cultura de los conquistadores → Al defender la superioridad de la ciencia (fijada por presiones políticas o militares), el racionalista da por sentado los estándares que hacen de la ciencia algo valioso, pero que no tiene por qué ser aceptado por tradiciones rivales

La hegemonía de la ciencia debe revocarse (o cuestionarse) en discusión abierta, controlada exteriormente:

- El experto que habla no siempre sabe de todo lo que habla, y a veces tiene intereses particulares
Ej: von Neumann supuestamente demostró la imposibilidad de una teoría cuántica con variables ocultas, cosa que unos años después David Bohm demostró que sí era posible

Es irresponsable una sociedad que acepte el dictamen de científicos sin más → la última palabra no la tienen los expertos, sino los más directos interesados (Ej: Suiza, referéndum sobre homeopatía en sanidad pública)

Para Feyerabend, es necesario incluir a profanos en decisiones fundamentales, aunque suponga menos éxito en decisiones tomadas (lo cual no necesariamente tendría que ser así)

- Otras consideraciones respecto la ciencia
- La hegemonía científica se sustenta en el **tinglado (show) creado en torno a sí misma**
 - Teorías/tradiciones desterradas luego se demostraron se ciertas (Ej: atomismo griego)
 - No hay idea científica que no haya sido “robada” de alguna parte
- Necesitamos una filosofía que haga que la ciencia sea más culta** (no súper eficaz) → quiere una ciencia más humana que respete e integre las distintas tradiciones, pues todas son portadoras de cierto valor intrínseco, y será la historia la que de pie a abandonarlas o no

La inconmensurabilidad de las teorías científicas (Kuhn y Feyerabend)

La inconmensurabilidad de las teorías es el problema filosófico más profundo ligado a la filosofía de Kuhn y Feyerabend y, probablemente, una de las aportaciones más importantes de la filosofía de la ciencia del siglo XX

Formulada por primera vez en *"The structure of scientific revolutions"* de Kuhn y en el ensayo de Feyerabend *"Empiricism, Reduction and Experience"*, ambos de 1962 y donde emplean el término de modo diferente, coincidiendo en lo sustancial

- **Kuhn:** la tradición de la ciencia normal que emerge de la revolución científica no sólo es incompatible, sino a menudo realmente inconmensurable con la tradición anterior **en cuanto a términos, problemas, métodos y normas**
- **Feyerabend:** es más restringido y más radical que Kuhn, principalmente respecto al **lenguaje y significado de términos**

Dos teorías son inconmensurables en el sentido de que **los conceptos de una "no pueden ser definidos sobre la base de los términos descriptivos primitivos de la segunda, ni conectados a través de un enunciado empírico correcto."**

Kuhn: *"la inconmensurabilidad entre teorías pretende insistir en que no existe ningún lenguaje común en el que ambas puedan ser completamente expresadas y que pueda ser usado en una comparación 'punto por punto' entre ellas"*

- Imposibilita los principios neopositivistas de deducibilidad (o consistencia) y de invariación del significado sobre el que fundamentaban el progreso mediante la reducción de teorías → las teorías universales rivales no son lógicamente interconectables y el significado de los términos depende de la teoría en que se encuadren (y cambian con ésta)

Principios comunes de la inconmensurabilidad para Kuhn y Feyerabend

- Sustituir una gran teoría por otra es un **proceso revolucionario** que rompe la situación cognitiva anterior y donde **no se da acumulación de conocimientos** → discontinuidades epistémicas
- Ambos comparten una **concepción holista del significado** → el significado de un término viene dado por el papel que desempeña en una teoría y las relaciones conceptuales que establece con los demás → **un mismo término puede significar cosas diferentes en distintos contextos.**
→ el cambio de teoría implica cambio en significado de los términos e incluso en su referencia
- Asumen la **carga teórica de la observación** (Hanson) → no hay base observacional que sirva de fundamento neutral → **no existe el "tribunal de la experiencia"** → toda observación presupone la validez de una teoría → cambio de teoría conlleva cambio en significado de términos observacionales y teóricos

Inconmensurabilidad de las teorías científicas

Análogo a la "inconmensurabilidad matemática" → inconmensurabilidad de teorías supone que no hay una manera de medir con precisión dos paradigmas o grandes teorías de una manera neutral y precisa.

- **No significa incompatibilidad lógica entre teorías** → la incompatibilidad lógica presupone un lenguaje común
- Teorías inconmensurables **no son teorías que se contradicen** (si lo hicieran, serían conmensurables)
- Lo que **se excluye es una comparación en un lenguaje neutral capaz de recoger sin distorsiones las consecuencias empíricas de ambas teorías.**
 - Inexistencia de un lenguaje común para comparar las teorías
 - Imposibilidad de realizar la comparación 'punto por punto'.
- No significa que sean incomparables → **dos teorías inconmensurables son comparables** en muchos sentidos:
 - Para Kuhn son 5: **exactitud, coherencia, alcance, simplicidad y fecundidad**
 - Para Feyerabend son: criterios formales (**coherencia, capacidad predictiva o economía**) y no formales (**concordancia entre teorías más básicas o con principio metafísicos**)
→ lo que sí rechaza es la comparación de sus contenidos o de su grado de verosimilitud
→ a veces es más escéptico y se refiere sólo a juicios estéticos, de gustos y deseos subjetivos
- Para Kuhn y Feyerabend **estos criterios no pueden determinar la decisión de una u otra teoría.** Tienen inevitable componente subjetivo y dejan amplio margen para llegar al consenso → funcionan como valores que pueden entrar en conflicto, pudiendo aplicarse de modo diferente, por diferentes científicos en diferentes circunstancias.

La inconmensurabilidad es la **imposibilidad de comparar de forma detallada, objetiva y neutral el contenido de las teorías en función de la evidencia empírica** con el fin de determinar cuál es superior o más verdadera.

¿Cómo es posible entonces el elevado consenso en ciencia? → la realidad sería que las teorías que triunfan instituyen su punto de vista como el único aceptable, y que es tomado por la comunidad como progreso (~a lo 1984)

Para Kuhn, la inconmensurabilidad tiene una **triple faceta**: **semántica, metodológica y ontológica**

Faceta semántica

- Afecta al vocabulario de las teorías → **no hay lenguaje común en que expresar teorías rivales**
- **No existe lenguaje observacional conectado directamente con la experiencia** (como creían los neopositivistas), **ni datos empíricos neutrales** (estarían definidos por cada paradigma), y **no existe el lenguaje básico popperiano** (pues está impregnado de la teoría del paradigma)
- Los lenguajes de ambas teorías son intraducibles entre sí → imposibilidad de traducción neutral y sin pérdidas (se traicionaría alguna de las teorías). Ej: masa newtoniana (se conserva y no varía con la velocidad) VS masa relativista (es transformable en energía y se altera con la velocidad)
- Esto **no imposibilita la comunicación entre partidarios de paradigmas rivales** → pueden aprender el lenguaje de la teoría rival (sería como una "conversión" al paradigma rival)

Inconmensurabilidad local	<ul style="list-style-type: none"> En 1982 Kuhn suaviza sus tesis sobre la intraducibilidad de los lenguajes de teorías rivales y plantea que no es radical, sino una inconmensurabilidad local → sólo afecta a los términos más importantes de la teoría, y el resto (la mayoría) funcionan de igual manera en ambas teorías Pero si Kuhn aceptaba el holismo semántico, ¿puede encajarse la inconmensurabilidad local con esto y con la carga teórica de la observación? → unos pocos términos no pueden cambiar sin afectar a los demás. Respuesta falta de coherencia que sigue siendo un punto abierto en la filosofía de Kuhn.
Faceta metodológica	<ul style="list-style-type: none"> Afecta al cambio en las normas y los valores en la selección y evaluación de problemas Al aprender un paradigma, el científico aprende también la normas que dicta dicho paradigma → argumentos circulares, porque las normas son dictadas por aquello que ha de evaluarse con ellas → un paradigma satisfará sus propias normas e incumplirá las de sus rivales Para Kuhn → no existen algoritmos neutros para la elección de teorías
Faceta ontológica	<ul style="list-style-type: none"> El mundo de un paradigma no puede armonizarse con el de otro. El cambio de Gestalt hace que los paradigmas rivales postulen entidades dispares, sus mundos son diferentes (→ Aunque Feyerabend centra la faceta semántica, a veces comparte este punto también con Kuhn) Cambio de teoría = Cambio de mundo → controversia! → tesis adoptada por constructivistas sociales (la realidad sería aquello que los científicos han establecido que es). Diferentes interpretaciones <ul style="list-style-type: none"> Hoyningen-Huene los interpreta como cambios en el mundo fenoménico Alexander Bird opina que el cambio de conceptos del paradigma sólo conduce a un cambio en lo que la gente dice que ve y cree que ve, pero es una tesis vacía (en lo que creemos que vemos) Para Hacking y Sankey no cambia son los individuos, sino las clases o taxonomías Sharrock y Read consideran esto como una metáfora y no debe suponerse tesis metafísica → Kuhn habría querido decir que <i>"es como si la naturaleza hubiera cambiado"</i>. El mundo no ha cambiado, pero es imposible expresar de una manera neutral lo que cada uno ve antes y después.

Los sentidos metodológico y ontológico acarrearán a Kuhn que se le acuse de **relativismo**, ya que no habría instancia superior de juicio al que recurrir por encima de los paradigmas (no existe el "tribunal de la razón")

Cualquier valoración requiere la aceptación previa de un determinado paradigma: **valoración intraparadigmática**

Inconmensurabilidad y taxonomía	<p>A partir de los 80 entiende que se dan cambios de taxonomía en el paradigma, como el despliegue por parte de teorías rivales de categorías taxonómicas no homogéneas que describen el mundo de modo diferente a la que se realiza en otro paradigma</p> <p><u>Ej:</u> química del flogisto VS Lavoisier, mecánica newtoniana VS relativista, sistema ptolemaico VS copernicano → trabajan con taxonomías diferentes: clasifican el mundo de distinta manera y se produce un solapamiento entre dichas taxonomías, cuyos conceptos de clase cambian con las revoluciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambios de significado → objetos que antes caían bajo un concepto luego caen en otro (<u>ej:</u> planeta) Cambio en las propiedades que un concepto atribuye al mundo (<u>ej:</u> masa newtoniana vs relativista) Desaparición de conceptos (<u>ej:</u> flogisto, éter) <p>Este cambio taxonómico está en la raíz de los cambios de Gestalt y la intraducibilidad entre teorías</p>
---------------------------------	---

Realistas: el mundo existe independientemente de los sujetos cognoscentes

Niinuioto: sólo puede decirse que las categorías taxonómicas constituyen los objetos en el sentido de que el mundo independiente del sujeto no posee estructura ontológica predeterminada. Atribuir ontologías es relativo a una L-estructura (mundo es estructurado en un lenguaje L). Un cambio es a lo sumo un cambio de L-estructura, no un cambio en el mundo.

Donald Davidson y el principio de caridad

La idea de esquema conceptual inconmensurable (intraducible a nuestro lenguaje) es incoherente. No podemos llamar lenguaje a algo que no puede ser traducido a otros lenguajes.

Respecto la idea de una intraducibilidad parcial, para poder traducir un lenguaje distinto suponemos que compartimos con el otro hablante la mayor parte de las creencias → suponer que está en lo correcto la mayor parte de asuntos (**principio de caridad**). Si podemos traducir y entender parte de un lenguaje, podemos hacerlo con el resto.

Hilary Putnam y la teoría causal de la referencia

El cambio de significado no implica cambio de referencia. Aunque el cambio de teoría implique tal cambio de significado, los referentes de los términos empleados podrían seguir siendo los mismos. 'masa' puede tener significados diferentes en la teoría de Newton y en la de Einstein, pero eso no impide que se refieran a la misma propiedad de la materia, atribuyéndole, eso sí, características diferentes.

Putnam se basa en la teoría causal de la referencia → la referencia no es dada por una descripción del referente, sino por una historia causal iniciada en el momento en que el término es introducido por primera vez en el vocabulario.

La referencia puede mantenerse aunque cambie el sentido de los términos → no tiene por qué haber problemas en la comparación entre teorías rivales → la tesis de la inconmensurabilidad confunde concepto con concepción.

Dos conceptos puede ser traducibles aunque tengan diferentes concepciones sobre aquello a lo que se refieren.

Ej: Las creencias que rodeaban el término 'electrón' de Rutherford o Bohr no son las mismas que en la actualidad, pero hay partículas que encajan aproximadamente en la descripción que Rutherford o Bohr daban del electrón. Cambian sus atributos y nuestras creencias sobre el significado dado a dicho término, pero su referente se mantiene.

→ Basándose en el "Principio de Caridad", Putnam postula un '**Principio de Beneficio de la Duda**' para concluir que esas partículas son las mimas a la que se refería Bohr.

Problema de esta réplica → **la teoría causal de la referencia parece impedir el cambio de referencia en el tiempo.**

Versiones más sofisticada (o híbridas) de la teoría causal de la referencia permiten resolver esta dificultad al admitir que la referencia no queda completamente fijada en el acto de bautismo, sino que es necesario precisarla añadiendo alguna descripción → la referencia puede cambiar en algunos casos como consecuencia del uso posterior y de redescripciones radicales del término por parte de los expertos. Esto completaría la teoría causal de la referencia con una versión moderada de la **teoría descriptivista de la referencia** (descriptivismo causal).

Pero, si se admite que la referencia puede cambia, ¿no surge de nuevo el problema de la inconmensurabilidad?

Laudan y la posibilidad de comparar teorías inconmensurables

Hay rasgos de las teorías relevantes para su evaluación son susceptibles de comparación sin necesidad de recurrir a una traducción entre sus enunciados. Aun tomando correcta la tesis de la carga teórica de la observación, que no hay un lenguaje observacional puro sin implicaciones teóricas, la comparación objetiva entre teorías rivales es factible

- Las teorías inconmensurables pueden ser comparadas en su **capacidad para resolver problemas**. Para Laudan (a diferencia de Kuhn) si es posible que dos teorías rivales traten de resolver el mismo problema, mientras que para Kuhn todo dependía del paradigma bajo el que se plantee la solución de problemas. Es decir, se puede caracterizar el problema de parte neutral respecto a ambas teorías rivales, pese a que vaya acompañado por una carga teórica.
- Si no fuera posible, todavía quedaría sitio para una evaluación objetiva de sus méritos, tomando como elementos de juicio el **número y la importancia de los problemas resueltos dentro de cada teoría**. → ¿Cómo determina de forma objetiva la importancia de los problemas resueltos por cada teoría?.

Los críticos de la inconmensurabilidad le han reprochado el ofrecer una imagen irracionalista y relativista de la ciencia:

- **Irracionalismo:** no existen criterios racionales/objetivos referidos a las teorías y su relación con la evidencia empírica) para establecer la superioridad de una teoría sobre otra. **No se puede apelar al tribunal de la razón.**
- **Relativismo:** las sucesivas teorías no pueden proporcionar un acercamiento progresivo a una pretendida verdad objetiva porque la verdad es, a lo sumo, una verdad intrateórica.

Para Feyerabend

Feyerabend no tendría reparos en aceptar estos calificativos

- Él mismo recomendaba hacer uso de medios irracionales para conseguir la aceptación de las nuevas teorías
- Ve **el cambio de teoría como la persistencia en lo irracional** hasta que articule una nueva visión del mundo.
- **Defendió un relativismo** que concedía iguales derechos a todas las tradiciones, sin privilegiar la ciencia.
- Declaró que la ciencia era una habilidad, un arte, antes que una empresa que obedeciera normas racionales inalterables y buscara la Verdad (cuya búsqueda es discurso ideológico de los intelectuales para sus intereses). La verdad sólo es relativa a cada estilo de pensar, que depende de la situación histórica y social.

Para Kuhn

Kuhn rechaza la acusación de irracionalista → **ve su filosofía como intento de ampliar el concepto de racionalidad**

- Acudir a la persuasión no es irracional, pues **lo racional no se reduce a la lógica** y es más rica y compleja que lo planteado por Popper o los neopositivistas. Elegir teorías no es hacer una inferencia lógica
- Es problemática su equiparación de cambios paradigmáticos con cambios de Gestalt (o revolución política) → **es como si tras el cambio de teorías sólo hubiera la acción de fuerzas sociales** sobre las comunidades científicas. Los sociólogos de la ciencia recientes son sus herederos bajo esta última interpretación.
- Rechazar los procedimientos de la lógica garante de racionalidad no conduce inevitablemente a la aceptación de la inconmensurabilidad → se limitaría a señalar la existencia de **problemas puntuales de comunicación o desacuerdo en el seno de la comunidad científica que pueden ser resueltos de forma racional** con la ayuda del fondo mucho mayor de zonas de acuerdo y comunicación.

Respecto a la acusación de relativista, no protesta, y meramente puntualiza:

- No se considera relativista si se entiende por tal alguien que no cree en el progreso de la ciencia. Para él **"el desarrollo científico es, como la evolución biológica, unidireccional e irreversible"**.
- Pero niega que ese progreso signifique que los cambios de teoría llevan cada vez más cerca de la verdad. Las últimas teorías superan a las antiguas porque **son mejores instrumentos para descubrir y resolver enigmas**, no porque sean mejores representaciones de 'lo que realmente está ahí'. No hace falta, pues, recurrir al concepto de verdad para dar razón al progreso.
- El **nuevo paradigma conserva una parte importante de la capacidad para resolver problemas del paradigma anterior** y además resuelve algún problema extraordinario que éste no podía resolver

La inconmensurabilidad ha sido un problema menos grave de lo que se pensó en un principio → el problema se localiza en unos pocos términos mientras que el resto puede ser traducido sin problemas. No implica necesariamente incomunicabilidad, ni incomparabilidad, ni imposibilidad de interpretación, ni ruptura de la racionalidad. Se limita a la falta de solapamiento en ciertas categorías léxicas que impiden una traducción neutral y sin pérdidas entre ellas.

Imre Lakatos – Programas de Investigación Científica

Imre Lakatos intentó una **revisión del falsacionismo popperiano** a la luz de las objeciones de Kuhn y Feyerabend, tratando de recoger la aportaciones más positivas de éstos, en especial la relación entre la filosofía y la historia de la ciencia. Lakatos es un revisor de Popper que mira a Kuhn. Lakatos es un popperiano evidente para el que:

tiene razón Kuhn frente a Popper en que	<ul style="list-style-type: none"> El cambio científico no es lucha bilateral (teoría)-(experimento); sino (teoría)-(teoría rival)-(experimento) Los científicos no buscan ante todo la refutación de sus propias teorías, sino, al menos durante largos períodos buscan su confirmación. Los científicos no se comportan de un modo dogmático e irracional cuando ignoran los contraejemplos y los toman como anomalías o “casos recalcitrantes”. Este comportamiento es el que de hecho se ha dado en el desarrollo de la ciencia a lo largo de la historia. La unidad de evaluación del progreso no debe ser una teoría, sino una secuencia histórica de teorías interrelacionadas (Programas de Investigación Científica).
se equivoca Kuhn frente a Popper al pensar que	<ul style="list-style-type: none"> El cambio científico no obedece a criterios de evaluación racionales. No existe una demarcación entre ciencia y pseudociencia (aunque algunos creen que los paradigmas desarrollados el periodo de ciencia normal lo sean. Kuhn nunca se refirió a algo así) La verdad no es una meta a la que tiendan las teorías en su desarrollo. Lakatos, como Popper, defiende la idea de verosimilitud como el objetivo al que tiende la ciencia. Un solo paradigma consigue el monopolio durante largos periodos.

Falsacionismo metodológico sofisticado	Para defender ideas de Popper en “ La falsación y la metodología de los programas de investigación científica ” (1970) establece el falsacionismo metodológico sofisticado . Hay dos tipos de falsacionismo:					
	Falsacionismo dogmático	<p>Defendido por <u>Poppero</u> (no es el Popper real, sino el “creado” por sus críticos)</p> <ul style="list-style-type: none"> Considera la base empírica como infalible: la ciencia no puede probar concluyentemente una teoría (por el problema de la inducción), pero sí puede refutarla concluyentemente. La honestidad científica consistiría en adelantar un resultado experimental contrario a la teoría que, caso de producirse, llevaría al abandono definitivo de la misma. <p>Se basa en dos supuestos falsos y en un criterio de demarcación demasiado restringido</p> <ol style="list-style-type: none"> Existe una frontera natural entre los enunciados teóricos y los observacionales. <u>Falso</u> → no hay sensaciones que no estén impregnadas de expectativas teóricas. Toda observación está cargada de expectativas teóricas y que la mente no es una tabula rasa La observación puede probar la verdad de los enunciados observacionales. <u>Falso</u> → verdad de enunciados observacionales no puede establecerse de forma lógica desde la experiencia. Sólo son científicas las teorías que pueden ser refutadas (de manera concluyente) por los hechos. <ul style="list-style-type: none"> No funciona, pues las teorías son tenaces frente a la evidencia empírica y siempre es posible protegerlas mediante diversas estrategias. La falsación de tales teorías se haría porque haya otra teoría mejor que pueda reemplazarlas. No son los hechos los que falsan a las teorías, sino otras teorías. 				
		Dos subdivisiones: ingenuo (Popper ₁ : entre décadas de los 20-50) y sofisticado (Popper ₂ : a partir de los 50)				
	Falsacionismo metodológico	<table> <tr> <td rowspan="2">Falsacionismo metodológico</td><td>Ingenuo</td><td> <ul style="list-style-type: none"> Es una clase de convencionalismo y no hay separación entre enunciados teóricos y observacionales <ul style="list-style-type: none"> La verdad de enunciados básicos no puede probarse por hechos, en casos se hace por acuerdo Para contrastar teorías, los enunciados básicos son conocimiento no problemático aceptado tentativamente → implica el riesgo de abandonar una teoría correcta y aceptar una falsa Criterio de demarcación más liberal → son científicas las teorías que tienen “base empírica” (susceptibles de ser falsadas, no por los hechos, sino por enunciados básicos aceptados convencionalmente) Presenta notables insuficiencias para Lakatos: <ul style="list-style-type: none"> Destino de las teorías en manos de decisiones afortunadas → comporta un riesgo de extravío Se centra sólo en la falsación, pero en la ciencia real hay resultados interesantes desde confirmación </td></tr> <tr> <td>Sofisticado</td><td> <ul style="list-style-type: none"> La superación del falsacionismo ingenuo fue ya iniciado por Popper, y Lakatos pretende culminarlo Las principales diferencias entre falsacionismo metodológico ingenuo y sofisticado se dan tanto en las reglas de aceptación (criterio de demarcación) como en las reglas de falsación y eliminación: <ul style="list-style-type: none"> una teoría es aceptable o científica sólo si tiene un exceso de contenido empírico con relación a la predecesora (aceptabilidad₁) y parte de ese exceso de contenido resulta verificado (aceptabilidad₂) una teoría científica T queda falsada si y sólo si ha sido propuesta otra teoría T' que explica el éxito previo de T y que posee un exceso de contenido empírico con relación a T que ha resultado corroborado al menos en parte </td></tr> </table>	Falsacionismo metodológico	Ingenuo	<ul style="list-style-type: none"> Es una clase de convencionalismo y no hay separación entre enunciados teóricos y observacionales <ul style="list-style-type: none"> La verdad de enunciados básicos no puede probarse por hechos, en casos se hace por acuerdo Para contrastar teorías, los enunciados básicos son conocimiento no problemático aceptado tentativamente → implica el riesgo de abandonar una teoría correcta y aceptar una falsa Criterio de demarcación más liberal → son científicas las teorías que tienen “base empírica” (susceptibles de ser falsadas, no por los hechos, sino por enunciados básicos aceptados convencionalmente) Presenta notables insuficiencias para Lakatos: <ul style="list-style-type: none"> Destino de las teorías en manos de decisiones afortunadas → comporta un riesgo de extravío Se centra sólo en la falsación, pero en la ciencia real hay resultados interesantes desde confirmación 	Sofisticado
Falsacionismo metodológico	Ingenuo	<ul style="list-style-type: none"> Es una clase de convencionalismo y no hay separación entre enunciados teóricos y observacionales <ul style="list-style-type: none"> La verdad de enunciados básicos no puede probarse por hechos, en casos se hace por acuerdo Para contrastar teorías, los enunciados básicos son conocimiento no problemático aceptado tentativamente → implica el riesgo de abandonar una teoría correcta y aceptar una falsa Criterio de demarcación más liberal → son científicas las teorías que tienen “base empírica” (susceptibles de ser falsadas, no por los hechos, sino por enunciados básicos aceptados convencionalmente) Presenta notables insuficiencias para Lakatos: <ul style="list-style-type: none"> Destino de las teorías en manos de decisiones afortunadas → comporta un riesgo de extravío Se centra sólo en la falsación, pero en la ciencia real hay resultados interesantes desde confirmación 				
	Sofisticado	<ul style="list-style-type: none"> La superación del falsacionismo ingenuo fue ya iniciado por Popper, y Lakatos pretende culminarlo Las principales diferencias entre falsacionismo metodológico ingenuo y sofisticado se dan tanto en las reglas de aceptación (criterio de demarcación) como en las reglas de falsación y eliminación: <ul style="list-style-type: none"> una teoría es aceptable o científica sólo si tiene un exceso de contenido empírico con relación a la predecesora (aceptabilidad₁) y parte de ese exceso de contenido resulta verificado (aceptabilidad₂) una teoría científica T queda falsada si y sólo si ha sido propuesta otra teoría T' que explica el éxito previo de T y que posee un exceso de contenido empírico con relación a T que ha resultado corroborado al menos en parte 				

Un programa de investigación científica es una **serie de teorías en desarrollo, relacionadas entre sí históricamente y lógicamente**, de modo que las últimas surgen de las precedentes. 3 componentes básicos

Núcleo firme : convencionalmente aceptado y delimitado, y considerado irrefutable provisionalmente. Está constituido por unos pocos postulados teóricos compartidos por las teorías sucesivas que conforman el programa de investigación.

Cinturón protector : hipótesis auxiliares modificadas constantemente y abandonadas en caso de que sea necesario para proteger el núcleo de una posible falsación. Son las que reciben el choque con los hechos y a las primeras que se atribuye la responsabilidad del mismo. Mientras que el núcleo duro permanece constante (o casi, ya que puede recibir supuestos añadidos), es el cinturón protector el que cambia con el tiempo.

Heurística : conjunto de herramientas conceptuales y reglas metodológicas

- **Heurística negativa**: qué cosas deben evitarse. Impide fundamentalmente que se aplique contra el núcleo un impacto conflictivo con la experiencia, y lo dirige al cinturón protector
- **Heurística positiva**: técnicas para solucionar y resolver problemas (pistas sobre cómo cambiar o modificar el cinturón protector). También determina la selección de problemas en un programa de investigación, y no por las anomalías que éste pueda presentar. Cuando se debilita la fuerza de la heurística positiva en una fase degenerativa del programa, se ocupan los científicos seriamente de las anomalías.

Ejemplo: programa de investigación científica de la mecánica newtoniana

En física se desarrolla todo un programa de investigación consecuencia de la expansión y desarrollo de los principios básicos de la mecánica newtoniana

- **Núcleo firme**: tres leyes del movimiento y la ley de la gravitación universal
- **Cinturón protector**: hipótesis auxiliares como la óptica geométrica, refracción atmosférica, masa de los planetas,...
- **Heurística negativa**: no tocar el centro firme, sino hipótesis auxiliares.
- **Heurística positiva**: el cálculo diferencial, principios ontológicos como que los planetas son superficies gravitatorias esféricas en rotación

¿En qué condiciones se produce el abandono de los programas de investigación científica?

- Los **programas de investigación científica no se abandonan porque resulten falsados** en el sentido popperiano.
- Pueden abandonarse sin que haya habido una falsación previa y pueden mantenerse, como decía Kuhn, pese a contar con diversos ejemplos falsadores, con diversas anomalías.
- **Todos los programas de investigación tienen anomalías**. La falsación no es ni necesaria ni suficiente para que se produzca un cambio científico.
- Lakatos coincide con Popper y Feyerabend en mirar con recelo la posibilidad que un programa de investigación consiga el monopolio y se convierta en una especie de cosmovisión científica.
- La "ciencia normal" de Kuhn debe desterrarse (rara vez se da que un PIC domine de ese modo)

Dada la competencia constante entre PICs, ¿cómo decidir que uno supera a otro?

- **No existen los experimentos cruciales** (a lo sumo pueden servir para decidir entre dos versiones del mismo PIC, ya que los contraejemplos pueden considerarse como meras anomalías)
Ej: el experimento Michelson-Morley, si bien podría refutar mecánica clásica respecto a la relativista, no se aceptó como relevante desde el principio en este sentido, y su relevancia se discernió con posterioridad.
- Los experimentos cruciales son **títulos honoríficos que se dan a posteriori**
Ej: la resolución de la anomalía del perihelio de Mercurio explicada por la teoría de la relatividad transforma una anomalía vulgar en una refutación de la mecánica newtoniana

Carácter
progresivo /
regresivo de
los PIC

Un PIC es **progresivo** si explica de forma progresiva más hechos que otro programa rival y lo supera (queda falsado en sentido sofisticado). Se dan progreso y revoluciones porque por **razones objetivas** un programa progresa mientras el otro degenera → los científicos se alinean con el que progresa

- Programa progresivo → suscita nuevos problemas, desarrollo de nuevos conceptos y teorías
- Es el punto de vista histórico el que permite determinar la progresividad / regresividad de un PIC
 - Hay que dar tiempo a programas en desarrollo para que puedan mostrar su progresividad
 - Debe existir **tolerancia metodológica** → la **racionalidad instantánea es imposible**
Ej: el programa atomista de Leucipo y Demócrito pasó fase degenerativa durante largo tiempo hasta hacerse progresivo a partir de las ideas de Dalton
- El falsacionismo sofisticado consigue establecer una **conexión entre corroboración y verosimilitud** (que no había conseguido Popper) mediante la postulación de un "principio inductivo" basado en la correlación existente entre dichos grados → **corroboración creciente es signo de verosimilitud creciente**. Es un principio metafísico aceptado de modo conjetural (sin creer en él) para evitar caer en el escepticismo y anarquismo feyerabendiano.
- El problema del convencionalismo de Lakatos sobre la base empírica de la ciencia le cierra el paso a un inductivismo lo suficientemente fuerte para poder justificar dicha conexión

La metodología de los PIC traza una demarcación peculiar entre historia interna e historia externa de la ciencia

- La **historia interna** es una historia de los aspectos estrictamente racionales de la ciencia, aquellos instantes históricos en que los científicos se comportaron de manera racional sin dejarse influir de factores externos: sociales, políticos, religiosos... Es una reconstrucción racional y normativa de la historia real de la ciencia, y los cambios de teoría estarían únicamente basados en criterios metodológicos.
 - Selecciona los hechos y los interpreta metodológicamente, llegando incluso a ofrecer una versión radicalmente mejorada de lo que sucedió en realidad
 - (Para Kuhn el enfoque interno de la ciencia se ocupa de ésta como conocimiento, centrándose en la relación entre las ideas científicas, y entre éstas y las ideas filosóficas y religiosas. Es una historia puramente intelectual donde lo que cuenta es el contenido de las teorías y los experimento)
- La **historia externa** la historia empírica de los factores residuales no racionales.
 - Trata de explicar los acontecimientos que no encajan en absoluto en esa reconstrucción racional, o aclarar cómo y por qué se desviaron de lo ofrecido por la reconstrucción racional los acontecimientos que lo hicieron
 - (Para Kuhn la historia externa se ocupa de los científicos como grupo social dentro de una cultura. Estudia las instituciones científicas, el sistema educativo, las relaciones entre la ciencia y la sociedad, entre la ciencia y la industria o la economía, entre la ciencia y el poder político,...)

La historia interna es lo principal. La historia externa explica los acontecimientos donde la historia real de la ciencia se desvía de su reconstrucción racional. Según Lakatos, la metodología de los programas de investigación científica es la que menos residuos no racionales deja a la historia externa.

La visión del cambio científico es la que permite mostrar como racionales más episodios de la historia real de la ciencia → criterio meta-metodológico para poner a prueba las distintas metodologías normativistas propuestas hasta el momento: el inductivismo, el convencionalismo, el falsacionismo metodológico y su propia metodología de los programas de investigación científica. Puesto que todas funcionan como "programas de investigación historiográficos" y efectúan una reconstrucción racional de la historia de la ciencia, será preferible aquella que encaje mejor con la historia real de la ciencia, **la que deje menos episodios históricos por explicar racionalmente**. Lakatos argumenta que es la metodología de los PIC la que menos residuos no-racionales deja a la historia externa

Los PIC son un modelo racional de cambio científico

- Marca un **objetivo de la ciencia** (el que perseguirían los científicos) y que coincide con el de Popper de alcanzar teorías con cada vez un **mayor grado de verosimilitud**.
- Establece un **criterio racional de comparación**, consistente en el **carácter progresivo o regresivo de los Programas de Investigación Científica** (por complejo que pueda ser la aplicación de dicho criterio).
 - Este aumento en la corroboración no se entiende como el rigor cada vez mayor en los intentos de falsación (Popper) que una teoría ha pasado con éxito, sino como la confirmación de los contenidos excedentes de los nuevos programas → como la mayor progresividad de dichos programas.
 - Un programa cuyo exceso de contenido respecto al anterior es confirmado es un programa progresivo.
 - El criterio de evaluación y comparación de programas rivales es precisamente el carácter progresivo o regresivo de los mismos. Y es con ese criterio, basado en factores internos, con el que los científicos deciden aceptar o rechazar un programa, por mucho que la decisión pueda tomar un largo tiempo.

1. El modelo **carece de fuerza normativa**: cualquier cosa que hiciera un científico se vería como racional desde el punto de vista del modelo mientras se mantenga fiel a un programa de investigación, ya sea ceñirse a un programa puramente regresivo, o cambiar constantemente de programa → sólo podría juzgarse a posteriori históricamente
2. El modelo **no tiene en cuenta los criterios mediante los cuales efectuaron su evaluación de las teorías los científicos participantes en un cambio**, criterios que pueden ser distintos de los actuales. Laudan insiste en que las metodologías científicas van cambiando continuamente a lo largo de la historia igual que lo han hecho las teorías, por eso no tiene sentido juzgar desde el marco (o marcos) actuales las acciones efectuadas en el pasado, y habría que retrotraerse y situarse en su contexto y marco de actividad cuando se realizaron dichas teorías, de modo que podrían ser racionales en dicho contexto aunque resultasen aberrantemente irracionales hoy en día.
3. Es **imposible especificar medidas de contenido empírico para las teorías**, de modo que pueda compararse el de unas y el de otras, con lo cual la aplicabilidad de dicho criterio de progreso se desvanece. Esto es un problema que comparte con el modelo de Popper.
4. Subsiste el **problema de la conexión entre corroboración y verosimilitud**. Lakatos asume el salto inductivo, pero para Newton-Smith no existen garantías suficientes que permitan poder aferrarnos a él.
5. **Dificultad para encajar en la filosofía de Lakatos el elemento convencionalista con el realista**. Para Lakatos, el núcleo firme del programa de investigación se considera infalsable por convención, de modo que por un tiempo se da esta convención de infalsabilidad que sería incompatible con un marco realista.
6. La **distinción tajante entre historia interna y externa y la identificación de la interna con la parte racional de la historia son insostenibles**. Tanto histórica como epistemológicamente son bastante discutibles ambos conceptos.

El modelo de cambio científico propuesto por Stephen Toulmin (1922-2009), en su obra “**La comprensión humana**” (1972), se encuentra, como el de Lakatos, a medio camino entre el de Popper y el de Kuhn, pero por razones diferentes.

- Toulmin no es falsacionista (menos influenciado por Popper)
- Gran influencia del segundo Wittgenstein y la biología evolucionista.

Modelo evolutivo → tesis central: no existen revoluciones en ciencia → cambio científico es siempre gradual y escalonado

Para Toulmin no había el dogmatismo ante un paradigma dado en los distintos momentos de la historia por parte de los científicos, que siempre estaban abiertos a desafiar la autoridad de su ciencia, ni se dieron colapsos de comunicación en momentos de cambios relevantes en las teorías científicas. La diferencia antes y después de una revolución es gradual.

No hay periodos de ciencia normal ni revoluciones, donde las “microrrevoluciones” de las que habla Kuhn no son sino que son modificaciones progresivas desde la situación teórica previa.

- El **cambio científico es racional**, pero en el corazón de esta racionalidad **no se encuentra la lógica**. Es necesaria una sustancial revisión del concepto de racionalidad: la lógica no es el tribunal imparcial para la razón
→ sus extremos absolutistas y relativistas no pueden dar explicación del cambio conceptual y no son las únicas alternativas posibles; hay una intermedia que consiste en el **rechazo de la identificación de racionalidad con logicidad**

- No son las creencias las que son racionales, **sino los criterios** con los que las adoptamos y las cambiamos.
- Es en el **aspecto procedimental** donde debe ponerse el énfasis de la racionalidad

Si hemos de abandonar la idea de unos principios de racionalidad universales e inmutables, ¿cómo evitar entonces el relativismo, pensar que no hay continuidad y no ver rupturas radicales y revoluciones?

- Según Kuhn nada nos puede impedir ver las cosas de esa manera
- Toulmin cree que **no se producen discontinuidades radicales en el cambio científico**.

Ej: en el paso de la mecánica clásica a la relativista no hay la revolución que Kuhn plantea, sino que las discontinuidades intelectuales teóricas ocultan continuidades subyacentes a nivel metodológicas

- Salvar el relativismo requiere una teoría del cambio que proponga una explicación evolutiva y no revolucionaria del mismo, que muestre cómo se transforman progresivamente las poblaciones conceptuales
- El cambio científico debe entenderse en términos de **cambio de conceptos e innovaciones conceptuales** más que como cambio de proposiciones y de sistemas proposicionales
- Las ciencias no son sistemas lógicos de conceptos, sino **poblaciones de conceptos** en las que, a lo sumo, hay grupos localizados de sistematicidad lógica
 - **Enfoque evolutivo** no sólo en el sentido de no ser revolucionario, sino también en el de presentarse en **analogía con las teorías biológicas de la evolución**. Se trata de explicar la evolución de las poblaciones conceptuales, del mismo modo que la teoría de Darwin pretendió explicar la evolución de las poblaciones de seres vivos
 - Igual que especies orgánicas, también la ciencia se constituye por **disciplinas que mantienen una continuidad reconocible aunque puedan cambiar drásticamente** → disciplinas científicas como “«**entidades históricas**»” que, sin poseer rasgos absolutamente inmutables, conservan suficiente unidad y continuidad para permanecer distintas y reconocibles de una época a otra”
 - La continuidad de las especies puede explicarse mediante un **proceso de variación y perpetuación selectiva**, así también las continuidades y los cambios en las disciplinas científicas obedecen a un proceso en el que la **continua emergencia de innovaciones intelectuales se equilibra con una fuerte selección crítica** que solo deja que unas pocas de esas innovaciones pasen a las siguientes generaciones.
 - Las especies orgánicas necesitan ciertas condiciones para surgir y evolucionar (variaciones heredables, presión selectiva, foro de competencia), **el cambio conceptual exige inventiva para las innovaciones, condiciones para mostrar las ventajas de las mismas y un foro de competencia donde sean examinadas críticamente**.
 - Las exigencias ecológicas de un medio determinan los requisitos que ha de satisfacer una especie para tener éxito evolutivo, así también hay una “**ecología intelectual**” en toda situación histórica y cultural que plantea **unas exigencias que deben cumplir las novedades intelectuales** que resultan seleccionadas.

Toulmin se plantea la cuestión de qué es lo que da continuidad a las distintas fases evolutivas → continuidad en el conjunto de problemas que son característicos de la disciplina, que se transforman con el tiempo y conforman un **árbol genealógico**.

- La continuidad de teorías, modelos y conceptos en la ciencia es consecuencia de esta continuidad en los problemas, y es ella, junto con la comunidad de principios disciplinares, la que hace posible la comparabilidad racional de teorías rivales
→ Ej: en física atómica, los conceptos de electrón y núcleo que discuten Heisenberg y Dirac en los 30 poco tienen que ver con los habían sido en las teorías de Rutherford y Thomson: forman una genealogía continua de problemas

Los problemas científicos surgen de la **brecha** (gap) entre las capacidades explicativas corrientes y las que serían necesarias para satisfacer los ideales explicativos reconocidos. La tarea de la ciencia consiste en reducir esa brecha

Problemas científicos = Ideales explicativos – Capacidades corrientes

Los **problemas conceptuales** son los problemas científicos básicos que se diferencian de los problemas formales, así como de los problemas empíricos. Cada uno de estos tipos de problemas adopta la siguiente forma:

- **Problemas formales:** "Dados los conceptos C_1, C_2, C_3, \dots , adecuados para nuestras necesidades explicativas, ¿cómo podemos organizar mejor las teorías y argumentos en que ellos figuran?" → reorganizar nuestro simbolismo
Ejemplo: "el análisis que hace Newton en las dos primeras partes de los Principia para extraer las consecuencias lógicas de los conceptos que va a emplear en su física"
- **Problemas empíricos:** "Dados los conceptos C_1, C_2, C_3, \dots , adecuados para nuestras necesidades explicativas, ¿cuál es la verdad observada respecto a estos conceptos sobre la materia x, y, \dots ?" → extender los conceptos
Ejemplo: "¿cuál es el calor específico del rutenio?"
- **Problemas conceptuales:** "Dados los conceptos C_1, C_2, C_3, \dots inadecuados en algunos aspectos para necesidades explicativas de esta disciplina, ¿cómo podemos modificarlos/extenderlos/restringirlos/cualificarlos para que nos proporcionen los medios para formular en este dominio cuestiones empíricas o matemáticas más fructíferas?"
Son, en realidad, meta-problemas → modificar conceptos y adecuarlos a problemas recalcitrantes
Ejemplo: "dada nuestra comprensión fisiológica de los procesos corporales en un ser humano agonizante, ¿qué debemos entender por el término 'muerto'?"

Empíricos y formales no cuestionan la adecuación explicativa de nuestros conceptos. Sí lo hacen los conceptuales.

La relevancia de los elementos claves del cambio evolutivo en ciencia (variación y selección) son relacionados por Toulmin con la distinción entre **factores internos** y **factores externos** intervinientes en el cambio.

- Los **factores externos** (instituciones, financiación, intereses ideológicos...) son los que mejor pueden contestar las preguntas sobre qué oportunidades favorecen el desarrollo de las ideas heterodoxas, aunque los factores internos no se pueden descartar por completo
- Los **factores internos** (madurez del campo de estudio, significado intrínseco dentro de la disciplina...) son los que determinan los criterios de selección de innovaciones intelectuales, aunque se verán implicados factores externos

En vez de distinción interno-externo, Toulmin prefiere **relaciones entre razones y causas en el desarrollo de la ciencia**.

Ej: ¿por qué el "Almagesto" de Ptolomeo llegó a ser desplazado por el "De Revolutionibus" de Copérnico? se puede interpretar en el sentido de "¿qué sucesión de procesos temporales e influencias (causas) produjeron como efecto este desplazamiento?", pero también como "¿qué secuencia de investigaciones y de logros intelectuales (razones) garantizaron este desplazamiento como resultado?".

Los enfoques causal y racional son complementarios, no contrapuestos. Enfoque puramente causal es "retrospectivo, diagnóstico, genealógico", y un enfoque puramente racional es "prospectivo, justificatorio, judicial".

Hay tres clases de cambios conceptuales según predominen los factores internos, externos o ninguno → no hay reglas fijas para decidir, pero los criterios no son subjetivos, y se fundamentan en la experiencia acumulada históricamente.

- + **factores internos** → el cambio se realiza deliberadamente, explicado por razones empleadas por los científicos.
- + **factores externos** → el cambio se produce como efecto "de la moda, el prejuicio o la inadvertencia", y sólo se puede explicar recurriendo a los científicos mismos, no a sus razones.
- **Casos borrosos** (factores internos y externos) → la explicación oscila entre términos racionales y causales.

La ciencia es básicamente una empresa racional, los casos del primer y tercer tipo son los más frecuentes. Si los del primer tipo son los racionales, los del segundo significan un fracaso de la racionalidad, y los del tercero reflejan los cambios en los criterios de la racionalidad → esto es lo esencial para Toulmin

El modelo evolutivo de Toulmin como modelo racional de cambio científico

- **Objetivo de la ciencia** → el **mejoramiento de nuestra comprensión del mundo**. Desarrollar conceptos y procedimientos explicativos cada vez más poderosos para disminuir la brecha entre los ideales explicativos y capacidades actuales, no acumular proposiciones o sistemas proposicionales verdaderos → *crítica y mejora de la comprensión* en lugar de *"crítica y aumento del conocimiento"*

Toulmin es un **instrumentalista**, caracteriza las teorías científicas como un mapa de una determinada región de la realidad, que podrán ser más o menos exhaustivos o completos, pero no verdaderos.

- Lo fundamental: que las nuevas variantes conceptuales mejoren el poder explicativo de sus rivales.
- Lo importante **para averiguar si hay o no progreso no es si tal concepto o sistema de conceptos es más verdadero, sino si mejora el poder explicativo** (más alcance, exactitud, capacidad integradora)

El modelo de Toulmin es por tanto racionalista, ya que:

- Propone un **objetivo para la ciencia** → la **mejora de nuestra comprensión del mundo**
- Los **criterios de selección**, basados en el **poder explicativo de las poblaciones conceptuales** y en su capacidad para resolver problemas permiten comparar racionalmente las teorías.

La racionalidad tiene un componente histórico → cambia en el tiempo a medida que mejoran nuestras estrategias de solución de problemas y se acumulan nuestras experiencias → cambio de criterio

Recibió críticas diversas, fundamentalmente desde posiciones racionalistas fuertes y posiciones realistas. Dejando de lado las críticas realistas a su instrumentalismo, los principales reproches más repetidos cayeron **sobre su noción de racionalidad**. De forma muy resumida, éstas fueron las principales objeciones:

- **La identificación de lógica-racionalidad nunca se ha dado como Toulmin proclama.** Se hace un hombre de paja con esta identificación, o luchando a lo sumo contra una imagen errónea del neopositivismo.
- **La afirmación de que la racionalidad está mejor representada por la jurisprudencia que por la lógica es gratuita.** Los juicios de un tribunal no son garantizadamente racionales. Igual que apelar a precedentes históricos para resolver las disputas en los casos borrosos no garantiza encontrar una solución correcta.
- **Sustituir la lógica por el juicio de los expertos es caer en el elitismo.** Lakatos compara a esos jueces expertos con una especie de "policía del pensamiento", y luego afirma que Toulmin dismantela esa policía del pensamiento a costa de recurrir a una "astucia de la razón" hegeliana que hace que cualquier cambio signifique progreso.
- **No explica adecuadamente por qué el cambio de criterios de selección garantiza el progreso.** ¿No es posible acaso un cambio regresivo en los criterios de evaluación? ¿Qué asegura, si los criterios cambian, que las teorías que sobrevivan a los nuevos criterios nos acercan más al objetivo de la mejora de la comprensión?
- **Tomar los conceptos como unidad del cambio científico es ignorar lo que muestra la historia de la ciencia:** que lo que cambia y se evalúa son fundamentalmente las teorías.

Larry Laudan – racionalidad sin búsqueda de la verdad

Laudan intenta superar los modelos neopositivista y de Popper, aceptando la necesidad de cambios para mantener la racionalidad del cambio científico → **renunciar a la búsqueda de la verdad o de la verosimilitud como meta en la ciencia**

Los estudios históricos han puesto de relieve características sobre el progreso científico:

1. Las transiciones de teorías son generalmente **no-acumulativas**.
2. Las teorías **no son rechazadas sólo por tener anomalías ni son aceptadas sólo por haber sido confirmadas**.
3. Las **cuestiones conceptuales son muy importantes** en los cambios de teorías.
4. Los **principios específicos de racionalidad científica** no son permanentes, sino que **han cambiado con el tiempo**.
5. La gama de actitudes cognitivas **no sólo acepta o rechaza teorías**, sino que incluye también proseguir, mantener...
6. Existe una **variedad de niveles de generalidad en la ciencia** que va desde las leyes a los marcos conceptuales.
7. Resulta **imposible caracterizar el progreso científico como un mayor acercamiento a la verdad**.
8. La coexistencia de teorías rivales es la regla y no la excepción → **la evaluación de teorías es un asunto comparativo**.

Lo que Kuhn llama paradigma y Lakatos programas de investigación, Laudan llama **tradiciones de investigación** = familia de teorías específicas relacionadas histórica y conceptualmente. Son ellas (no las teorías específicas) las que permiten comprender mejor cómo se produce el progreso en ciencia. (aristotelismo, cartesianismo, newtonismo...)

Las teorías que integran y ejemplifican las tradiciones de investigación tienen un "conjunto de síes y noes", que son sus ingredientes en común de tipo ontológico y metodológico:

- Conjunto de **creencias ontológicas** sobre qué tipo de entidades y procesos constituyen el dominio de investigación → qué cosas existen y cuáles no pueden existir
- Conjunto de **normas epistémicas y metodológicas** sobre cómo realizar la investigación en ese dominio
- Señalan qué supuestos pueden considerarse '**conocimiento de fondo**' **no sujeto a discusión** ('núcleo firme')
- Identificar **partes de una teoría en dificultades y que deben ser modificadas** ('heurística negativa')
- Establecen **reglas para la recogida de datos y la puesta a prueba de teorías** (de nuevo la 'heurística').
- Plantean **problemas conceptuales** a toda teoría que viole sus postulados ontológicos y epistemológicos.
- Los supuestos ontológicos y metodológicos cumplen función heurística como la heurística positiva de Lakatos
- Delimitan **qué tipos de teorías se pueden desarrollar dentro de la tradición**, excluyendo las que entren en conflicto con postulados ontológicos y metodológicos → **problema conceptual** debido a dicha incompatibilidad

Las tradiciones de investigación se evalúan según el éxito de sus teorías constituyentes para alcanzar los objetivos cognitivos de la ciencia → **la búsqueda de verdad/verosimilitud son metas utópicas** (no encajan con la práctica real)

- Para mantener una visión racional del modo en que los científicos deciden cambiar sus teorías, hay que **renunciar a explicar este cambio viéndolo como un progreso hacia la verdad o hacia teorías cada vez más probables**.
→ Para no caer en el irracionalismo de Kuhn y Feyerabend hay que reconocer que ni la probabilidad ni la verdad han sido o son metas de la ciencia.
- Laudan propone como **objetivo principal** de la ciencia el **logro de teorías con una gran capacidad para resolver problemas con eficacia**. Con ello Laudan no está afirmando que éste sea el único objetivo de la ciencia.

Postura pluralista → **La ciencia tiene fines diversos y cambiantes** a lo largo de la historia → podremos alcanzar una imagen mucho más satisfactoria que las ofrecidas hasta ahora de la racionalidad de las decisiones de los científicos.

La verdad no es una meta que deba proponerse la ciencia y la marcha de la investigación científica puede explicarse sin recurrir a ella. No descarta la posibilidad de que las teorías científicas sean verdaderas o que se acerquen cada vez más a la verdad; pero no poseemos ningún modo de saber si eso ocurre → verdad y verosimilitud son **metas utópicas**

Meta para la ciencia → logro de teorías con elevada **efectividad en la resolución de problemas**

Problema empírico: es “cualquier cosa acerca del mundo natural que nos sorprende como extraña, o que necesita una explicación”. para surgir requiere un determinado contexto teórico que lo defina y sobre cuyo fondo se aprecie su carácter problemático. “un problema (empírico), para serlo, no necesita describir con precisión un estado de cosas real: todo lo que se requiere es que alguien piense que es un estado de cosas real”.

→ son los científicos quienes determinan qué se considera un problema empírico y qué no (era un problema empírico legítimo en el siglo XVII estudiar las costumbres de los grandes monstruos marinos)

→ **objeción:** la ciencia podría plagarse de problemas elegidos arbitrariamente (Lauda limita alcance y contexto)

Tipos de problemas empíricos

- **Problemas no resueltos:** aún no encuentran solución en ninguna teoría. Son problemas potenciales que no cuentan como auténticos problemas hasta que han sido resueltos. Cuando encuentran una solución es cuando se ven como problemas genuinos → Ejemplo: el movimiento browniano en el siglo XIX.
- **Problemas resueltos:** aquellos que han sido resueltos satisfactoriamente por una teoría
→ Ejemplo: las relaciones entre la presión y el volumen de un gas es resuelto aproximadamente por la teoría cinética de los gases, y algo más exacta por las modificaciones de van der Waals.
- **Problemas anómalos:** no resueltos por la teoría para la que son una anomalía, pero sí por una teoría rival. No hacen inevitable el abandono de la teoría para la que son anomalías, ni tienen por qué ser inconsistentes con ellas. No es tanto su número como su importancia cognoscitiva lo que tener en cuenta. Un problema no resuelto es anomalía sólo si ha sido resuelto por una teoría rival viable.
→ Ejemplo: que todos los planetas del Sistema Solar giren en misma dirección no era explicado por la teoría newtoniana, pero sí por la cartesiana, por lo que era una anomalía para la primera

Problema conceptual: lo define Laudan como los problemas presentados por alguna teoría. Se dividen en:

- **Problemas conceptuales internos:** cuando una teoría T presenta inconsistencias internas o los mecanismos teóricos que postula son ambiguos o circulares. → Ejemplo: en el XIX la teoría cinético-molecular intentó explicar la elasticidad de los gases componentes elásticos (las moléculas)
- **Problemas conceptuales externos:** cuando una teoría T está en conflicto con otra teoría T' (o con teorías metodológicas o metafísicas prevalecientes). Este conflicto puede darse en tres formas principales:
 - **Inconsistencia o incompatibilidad lógica entre teorías:** T implica la negación (de una parte) de T' . Se da este tipo de problemas cuando T hace suposiciones que van contra las suposiciones metafísicas prevalecientes o que no pueden ser garantizadas por las doctrinas epistemológicas o metodológicas
→ Ejemplo: sistema de Ptolomeo en contradicción con las teorías físicas que dictaban que el movimiento de planetas era circular con velocidad uniforme. El sistema copernicano chocaba con el aristotélico
 - **Inconsistencia conjunta de teorías:** T implica que (una parte de) T' es improbable. Es decir, T es lógicamente compatible con T' , pero la aceptación de una de ellas hace menos plausible a la otra.
→ Ejemplo: fisiología mecanicista (inspiración cartesiana) compatible con la física de Newton, pero era poco plausible que un organismo vivo (sistema complejo) funcionase con procesos mecánicos simples
 - **Mera compatibilidad entre teorías:** T no implica nada acerca de T' , cuando debería reforzarla o apoyarla → Ejemplo: una teoría química que fuese compatible con la teoría cuántica, pero que no utilizase sus conceptos para explicar la formación de enlaces, sería vista con recelo por los científicos

Los **problemas empíricos** quedan resueltos si de una teoría, junto a determinadas condiciones iniciales, se puede derivar un enunciado aproximado del problema → parecido con el modelo nomológico-deductivo de explicación

Los **problemas conceptuales**, más que resolverse se eliminan, lo que sucede cuando una teoría no presenta una dificultad conceptual que afectaba a su predecesora.

→ el **progreso científico** ha de ser entendido como el logro de teorías capaces de **resolver mayor número de problemas empíricos** importantes y de **generar el menor número de anomalías y problemas conceptuales**.

- **No es un proceso acumulativo** (podemos perder capacidad explicativa siempre que compense la ganada) → exige un **análisis de costos y beneficios** (comparación de efectividad de una teoría con sus rivales)
- Algunos problemas desaparecen en la nueva teoría si carecen de sentido dentro de ésta
- Se concede gran **importancia a la resolución de problemas conceptuales**. (a veces se ha descuidado esto)
- No sólo cambian las teorías, **también cambian los criterios de evaluación**
Ej: reproche de cartesianos a Newton por no explicar metafísica de la gravedad (hypotheses non fingo)
- **Compromiso con cierto instrumentalismo** → es irrelevante que la teoría sea verdadera o falsa al determinar si resuelve o no un problema, basta con que se de relación formal entre teoría y enunciado del problema
→ no niega que los enunciados científicos sean V/F, pero no desempeña papel en su resolución efectiva
Ej: la teoría ondulatoria de la luz de Young, fuera V o F, resolvía el problema de dispersión de la luz
Ej: dentro de la teoría de Ptolomeo (F) se podía resolver mediante epiciclos la órbita de Marte

Definición de problemas científicos

Resolución de problemas científicos

Las **tradiciones de investigación** cambian con el tiempo igual que las teorías, aunque más lentamente, pues perduran a través del cambio de teorías y **establecen, junto con los problemas empíricos resueltos, gran parte de lo que de continuidad hay en la historia de la ciencia**. Las tradiciones de investigación pueden morir también y ser abandonadas.

- El **cambio** en una tradición de investigación se da de **forma gradual** (modificando alguna de sus teorías específicas subordinadas, aunque también evolucionan mediante cambios en alguno de sus elementos nucleares básicos)
- Estos cambios en el núcleo de la tradición de investigación **no producen una tradición de investigación diferente** (a diferencia Kuhn y Lakatos) → **no existe un cambio revolucionario de las teorías** (Kuhn), sino una evolución gradual en la que hay elementos de continuidad permanente.
- Si los cambios dentro de la tradición ya no son suficientes para resolver ciertos problemas (sí resueltos por una tradición rival), o no suficientes para eliminar dificultades internas, **la tradición es abandonada** y una tradición rival toma entonces su lugar → la sustitución supone cambio de soluciones dadas a muchos problemas (parte de los problemas son los mismos que tenía que resolver la tradición anterior). Ej: cualquier sistema astronómico tiene que resolver el problema de los eclipses y cualquier teoría sobre los gases ha de explicar relaciones entre P y T

Para Laudan, el modelo de **Kuhn** tiene bastantes aciertos (tenacidad de las teorías globales para resistir la falsación y su rechazo de la visión acumulativa del progreso), pero incluía notorios desaciertos.

- Incapaz de explicar cuándo y cómo se dan crisis y revolución científica → ¿cómo determinar el punto crítico en el que las anomalías desencadenan una crisis?
- No define adecuadamente los paradigmas, ni mostró relación entre paradigmas y sus teorías constituyentes.
- No contempla cambios evolutivos pequeños en el núcleo del paradigma, y se basó en la idea de largos periodos de ciencia normal donde desaparece la competencia entre teorías rivales (insostenible históricamente)

El modelo de **Lakatos**, siendo mejor que el de Kuhn (recoge la coexistencia de varios programas de investigación alternativos y rechaza la inconmensurabilidad) también presenta en su opinión deficiencias graves.

- Los programas de investigación son demasiado rígidos y no permiten cambios en su núcleo.
- Lakatos (como Kuhn), sólo contemplaba como progreso científico los cambios de teoría que conducen a resolver nuevos problemas empíricos; sin embargo, casos destacados de progreso (sistema ptolemaico al copernicano, o la adopción del atomismo entre 1815 y 1880) se realizaron sin resolver nuevos problemas empíricos, sólo haciendo sólo desaparecer viejos problemas conceptuales.
- Las nociones de contenido empírico y lógico, en las cuales se basa la estimación del progreso, son inútiles, pues no hay posibilidad de establecer una medición de tales contenidos.

Según el modelo de tradiciones de investigación que ofrece Laudan:

- El **cambio científico no es revolucionario, sino evolutivo** (como el de **Toulmin**). Ha habido revoluciones en ciencia, pero no han sido tan importantes como creía Kuhn, ni se han diferenciado tanto de lo que sucede en otras fases de la investigación científica → frecuentemente consisten en una recombinação nueva de elementos antiguos
- El cambio científico no presenta discontinuidades tan radicales que impidan por principio una explicación racional del mismo → **No existe ningún problema de inconmensurabilidad en la ciencia**. Puede evaluarse de forma objetiva qué teorías es más efectiva, aunque sólo sea viendo el número e importancia de problemas que cada una resuelve.
- Admite la posibilidad (remota) de que el resultado de una revolución no fuera progresivo, sino que los científicos terminaran aceptando irracionalmente una tradición de investigación peor desde el punto de vista de su efectividad → El resultado de una revolución no es progresivo por definición

No sólo se aceptan o rechazan teorías, se pueden tener distintas actitudes cognitivas, con dos **elementos de juicio principales para evaluar** las tradiciones de investigación:

- La **adecuación** de la tradición de investigación consiste en la **estimación de la efectividad para resolver problemas**, en especial de las últimas teorías de dicha tradición de investigación.
- La **progresividad** de la tradición de investigación consiste en la **determinación del aumento o disminución a lo largo del tiempo de la efectividad** de sus teorías componentes para resolver problemas.
 - Cabe distinguir el **progreso general** (comparación de efectividad de teorías últimas las más antiguas) de la **tasa de progreso** (adecuación de la tradición durante un periodo específico) → especialmente importante para juzgar tradiciones de investigación nuevas (el progreso general para las tradiciones más recientes es menor)

Contextos de evaluación

Una tradición de investigación puede ser menos adecuada y sin embargo ser más progresiva que una rival → las evaluaciones de las tradiciones de evaluación han de darse en dos contextos distintos:

- **Contexto de aceptación** : aceptar/rechazar una teoría se basa en la idea de progreso según resolución de problemas → **se aceptan las teorías (y tradiciones de investigación) más adecuadas** (la tratan como si fueran verdaderas, no porque lo sean, sino porque es más eficaz)
- **Contexto de prosecución** : es racional proseguir y explorar teorías (y tradiciones de investigación) **que tengan una tasa de progreso mayor que sus rivales**, aunque sean menos adecuadas que sus rivales y que en principio no tendrían por qué ser aceptadas → Ej: el principio la teoría de Dalton no se concebía como adecuada

Elegir racionalmente en ciencia consiste simplemente en **hacer elecciones que sean progresivas → incrementen la efectividad de las teorías que aceptamos, sin presuponer nada sobre su verdad.**

- El progreso no depende de seguir ciertos criterios de racionalidad → no se progresa porque se tomen decisiones racionales → Es la racionalidad la que es dependiente del progreso.
- Las evaluaciones sobre la eficacia de las teorías para resolver problemas deben considerar el contexto histórico, ya criterios de racionalidad que determinan si algo debe considerarse un problema conceptual o un problema empírico digno de atención cambian con el tiempo. Lo que era una elección racional en una época puede no serlo en otra.
- Concepción amplia de la racionalidad que incluye factores en principio "no científicos" en los procesos de decisión: cuestiones morales, filosóficas, religiosas, prejuicios, superstición → la presencia de esos elementos puede ser completamente racional; y su supresión puede ser ella misma irracional y prejuiciosa".
- Puede aceptarse una teoría o tradición porque resuelva mejor los problemas empíricos y conceptuales que sus rivales, y al mismo tiempo considerarse digna de atención y desarrollo otra teoría distinta, incluso incompatible, debido a que, siendo nueva, progresa muy rápidamente → se estaría trabajando así simultáneamente en dos tradiciones distintas → punto intermedio entre "la insistencia de Kuhn y los inductivistas en que la utilización de alternativas al paradigma dominante nunca es racional (excepto en momentos de crisis) y la afirmación anarquista de Feyerabend y Lakatos de que utilizar cualquier tradición de investigación (regresiva) puede ser racional".
- El hecho de que se despierte un interés grande por una nueva tradición de investigación y que se considere como aspirante sería a la lealtad de la comunidad científica es suficiente para decir que se ha producido una revolución en la ciencia → hace que las revoluciones sean menos traumáticas de lo que habitualmente se supone

Las revoluciones científicas no han tenido ni la importancia ni el carácter cognoscitivo que les atribuye Kuhn, (exagera las diferencias entre ciencia normal y revolucionaria). Debatir fundamentos y problemas conceptuales pertenece a cualquier periodo de la ciencia, no sólo a los momentos de crisis. **La existencia de tradiciones de investigación rivales es la regla y no la excepción.** → con que la nueva tradición se desarrolle y despierte interés es suficiente para que se de una revolución

- Los **problemas empíricos son el elemento de continuidad** a través del cambio en una revolución científica y en ellos se basa el **carácter parcialmente acumulativo del progreso científico.**
- Las **discontinuidades se dan en el nivel de explicación** y solución de los problemas.

Las discontinuidades **nunca son lo suficientemente radicales** como para concluir que las tradiciones de investigación rivales son inconmensurables.

- Para hacer elección racional entre teorías rivales **no hace falta traducirlas** unas a otras o a lenguaje neutral.
- Si fuera cierta que todas las observaciones están cargadas de teoría y que el significado de todos los términos viene dado por su contexto teórico, **es factible la comparación objetiva entre teorías rivales.**

Dos argumentos lo apoyan:

- Ninguna de estas dos condiciones impide afirmar que dos teorías rivales **se refieren a un mismo problema.**
- Aún cuando lo anterior no fuese posible, todavía quedaría sitio para una **evaluación objetiva de sus méritos relativos basada en la efectividad para la resolución de problemas.** Elementos de juicio el número y la importancia de los problemas resueltos dentro de cada teoría y la reducción de las anomalías → comparación del carácter progresivo o regresivo de cada tradición de investigación.

Sí **ha de abandonarse la visión acumulativa del progreso científico**, según la cual para que una teoría represente progreso sobre otra ha de resolver todos los problemas que ésta resolvía → normalmente se producen pérdidas y ganancias. En concreto, el progreso no-acumulativo contempla las siguientes posibilidades:

1. La nueva teoría resuelve problemas nuevos que no se planteaban la teoría anterior → Ej: teoría copernicana resolvía el problema de las fases de Venus, descubierto por Galileo y que no se planteaba en la de Ptolomeo
2. La nueva teoría puede también resolver problemas que se planteaban en la anterior pero que ésta no resolvía y que, en tal caso, se convierten en anomalías para ella → Ej: la teoría de la relatividad consigue resolver el problema del perihelio de Mercurio, que la de Newton no consiguió resolver.
3. Algunos problemas, sobre todo conceptuales, pueden desaparecer, al dejar de tener sentido en la nueva teoría → Ej: con la teoría de la relatividad desaparece el problema de explicar cómo era posible que la fuerza gravitatoria actuara a distancia, ahora es vista como el efecto de una curvatura espacio-temporal.
4. Puede haber problemas que sigan siendo significativos en la nueva teoría y que, habiendo tenido una solución en la teoría anterior, no la tengan, al menos temporalmente, en la nueva → Ej: la mecánica celeste de Descartes explica el movimiento de planetas en la misma dirección, mientras que la de Newton no.
5. El resto son problemas que tenían explicación antes del cambio y la tienen también después → Ej: tanto la teoría de Ptolomeo como la de Copérnico resolvían el problema del movimiento de retrogradación de los planetas.

En “*Science and values*” (1984), Laudan propone el **modelo reticular de racionalidad científica**, opuesto al **modelo jerárquico de justificación** aceptado normalmente por los filósofos de la ciencia. Según Laudan, la sociología de la ciencia y la Filosofía de la Ciencia han pasado por dos fases:

Fases de la sociología de la ciencia

- **Años 40 y 50:** tanto sociólogos (Merton y sus seguidores) como filósofos (empiristas lógicos y Popper) compartían una premisa básica y un problema común:
 - *Premisa:* la ciencia ha de ser **demarcada** de otros empeños culturales.
 - *Problema central:* explicar el **alto grado de acuerdo en la ciencia**.
- **A partir de los 60 y 70:**
 - Problema central: explicar la existencia de **periódicas irrupciones de desacuerdo** en la ciencia.

Laudan cree necesaria una teoría de la racionalidad científica que **pueda responder ambos problemas conjuntamente**.

Sociólogos y filósofos en los 40-50 pensaban que el acuerdo de los científicos sobre los hechos se debía a un acuerdo en un nivel más profundo (el nivel de los **métodos**, según los filósofos, o el nivel de las **normas y valores**, según los sociólogos). El consenso científico era **el subproducto de un pacto metodológico y axiológico**.

Esta visión es errónea según Laudan. El consenso no es tan general en la ciencia. Las mismas normas pueden llevar a los científicos a conclusiones diferentes. Ni los datos determinan siempre la elección de teorías, ni científicos suscriben los mismos patrones metodológicos ni los axiológicos.

Kuhn, Feyerabend y sociólogos más jóvenes desarrollan una explicación del disenso en la ciencia siguiendo cuatro líneas de argumentación:

- Más controversia en de lo que creía la opinión anterior
- Inconmensurabilidad entre las teorías rivales.
- Indeterminación de las teorías por los datos (Duhem-Quine, Wittgenstein, Kuhn). Cabe formular teorías incompatibles que sean capaces de encajar igualmente bien con la evidencia empírica. Tesis Duhem-Quine: ninguna teoría puede ser refutada concluyentemente ni probada concluyentemente por la evidencia empírica.
- La conducta contranormal (ignorar evidencia, tolerar inconsistencias, estrategias contrainductivas) conduce a menudo al éxito en la ciencia.

Se cierra entonces posibilidad de explicar el consenso. La solución a dicho problema del consenso implica lo que Laudan llama ‘**modelo jerárquico de justificación**’ (Popper, Hempel, Reichenbach y sociólogos de los 40-50)

Modelo jerárquico de justificación:

- Nivel más bajo: disputas sobre cuestiones de hechos (factuales) → científicos resuelven estos desacuerdos factuales subiendo un escalón en la jerarquía hasta el nivel de las reglas metodológicas compartidas.
- A veces también están en desacuerdo sobre las reglas. El desacuerdo factual es entonces señal de desacuerdo metodológico más profundo. Disputas metodológicas se resuelven subiendo otro escalón, refiriendo a los propósitos y metas compartidos (nivel axiológico, de las normas y valores).
- Desacuerdos a este nivel son inexistentes/irresolubles:

nivel de desacuerdo → nivel de resolución

- | | |
|----------------|----------------|
| - Factual | - Metodológico |
| - Metodológico | - Axialógico |
| - Axialógico | - Ninguno |

Este modelo es **útil para explicar el consenso**, pero **fracasa cuando los científicos no comparten los mismos fines**. → sus defensores alegan que las diferencias sobre fines no están abiertas a resolución racional (Popper y Reichenbach).

- Si asumimos intención de científicos de resolver problemas lógica y razonablemente, y la tesis de Kuhn de que en el cambio de paradigma el debate llega también a los fines (pues un nuevo paradigma suele implicar nuevos fines cognitivos) → la elección entre grandes teorías rivales no puede resolverse racionalmente (callejón sin salida)

Para Laudan, hay al menos dos maneras de criticar racionalmente los fines cognitivos propuestos

1. Que es utópico o irrealizable y, por tanto, no es racional mantenerlo.
2. Que no concuerda con los valores implícitos en prácticas y juicios de la comunidad.

Laudan propone sustituir el modelo jerárquico por lo que el denomina ‘**modelo reticular de justificación**’.

- **Todos los niveles están sujetos a crítica racional** y a la revisión a partir de los otros → continuo ajuste entre ellos
- **Ningún nivel es más fundamental que los demás**, pues la justificación entre niveles fluye en todas las direcciones
- Mantiene el nivel de **métodos** y el de **fines**, pero habla de **teorías** donde el modelo jerárquico hablaba de hechos.
- Admite que nuestros fines cognitivos permiten justificar por qué son mejores ciertos métodos de que otros, y al mismo tiempo utilizar nuestro conocimiento sobre los métodos para juzgar la viabilidad de los fines propuestos.
- Muestra que podemos utilizar nuestro conocimiento sobre los métodos de investigación para afirmar la viabilidad de los fines propuestos, e insiste en que nuestros juicios sobre las teorías pueden ser confrontados con nuestras axiologías explícitas para revelar las tensiones entre nuestros valores implícitos y explícitos.

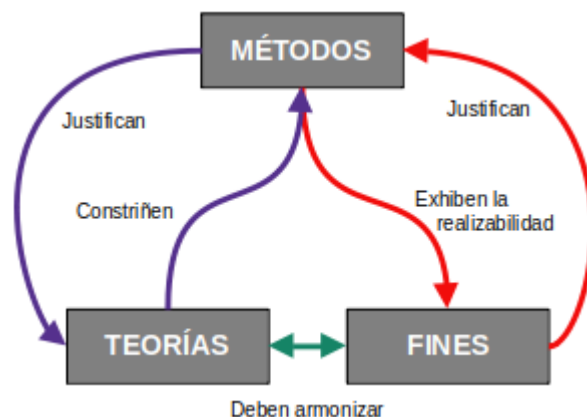
La principal diferencia entre el modelo reticular y el modelo jerárquico está en la insistencia del reticular en que **hay un proceso de ajuste y justificación mutuas entre los tres niveles de la ciencia**.

La justificación fluye hacia arriba y hacia abajo, y ninguno de los niveles es más fundamental que los otros.

Modelo "circular" se da una dinámica entre estos tres niveles donde:

- Los métodos justifican las teorías, pero las teorías constriñen los métodos, que no pueden ser aquellos que nos de la gana.
- Los métodos vienen también justificados por nuestros fines, cuya realizabilidad está supeditada a los métodos.
- Debe haber una armonización entre teorías y fines.

En el modelo reticular los cambios son paulatinos y no simultáneos, lo sirve para proporcionar una visión gradualista del cambio científico opuesta a la visión holista de Kuhn, para la que el cambio de paradigma implicaba un cambio global en los tres niveles (teorías, métodos y fines), dando pie a la inconmensurabilidad



Si hay cambio en un nivel, los otros siguen provisionalmente fijados. Es cierto que un cambio en las teorías aceptadas puede suponer cambio en los métodos, que se hará un tiempo después y afecta sólo a algunas normas metodológicas. Son posibles cambios en teorías (incluso revolucionarios) que no impliquen cambios en metodología (ej. la aceptación de la teoría de la relatividad). → permite que las teorías implicadas sean evaluadas con los mismos criterios.

Realiza otras modificaciones además del modelo reticular:

- **Abandonó el intuicionismo meta-metodológico** que defendía como alternativa al convencionalismo de Popper y al elitismo científico de Lakatos → comienza a desarrollar **una concepción naturalista de la metodología y de la filosofía de la ciencia en general**

El intuicionismo de Laudan asumía del giro historicista que las propuestas metodológicas de los filósofos de la ciencia, pese a su carácter normativo, ni son meras convenciones ni pueden establecerse a priori, sino que han de estar basadas en los datos de la historia de la ciencia

- Su fuerza normativa descansa en su capacidad para encajar los casos paradigmáticos de aceptación o rechazo de teorías ocurridos en el pasado y sobre los que filósofos, historiadores y "personas científicamente cultivadas" (no sólo la élite científica) comparten profundas convicciones (intuiciones preanalíticas) acerca de su corrección y su racionalidad. Ej. cualquiera que conozca algo la historia de la ciencia sabe que en torno a 1890 era racional rechazar que el calor era un fluido, o tras 1925 era racional aceptar la teoría de la relatividad.
- Para ser aceptado y aplicado en la evaluación de otros casos menos claros, cualquier modelo de racionalidad científica habría de explicar el mayor número posible de estas intuiciones preanalíticas. Pero sólo de ellas.

Ningún modelo de racionalidad científica tendría por qué mostrar como racional la mayor porción posible de la historia de la ciencia como pensaba Lakatos → se da injustificadamente por supuesta la permanencia y unanimidad de nuestros juicios intuitivos sobre los méritos de las teorías científicas rivales, que incluso así no queda garantizado que tales juicios permitan efectuar una elección entre metodologías diferentes. → Laudan insiste en que **los fines y las creencias de fondo de los científicos han cambiado históricamente y, en consecuencia, también los métodos.**

No se puede, por tanto, pretender juzgar la racionalidad de los científicos atendiendo sólo a su utilización de determinados métodos y dejando de lado la cuestión de sus fines y creencias de fondo.

Laudan venía defendiendo una **meta-metodología naturalista** que basaba la **contrastación empírica de los modelos** metodológicos, no en su capacidad para dar cabida a ningún tipo de intuiciones, por muy aceptadas que sean, sino en su **capacidad para generar normas cuya validez pudiera ser directamente apoyada por los hechos históricos.**

- El **naturalismo normativo** de Laudan entiende las normas metodológicas como imperativos hipotéticos que conectan ciertos medios con ciertos fines epistémicos, lo que posibilita su comprobación empírica.
- Para contrastarlas hay que ver si tales medios promueven o promovieron en realidad esos fines. Las normas metodológicas serían conjeturas falibles y su selección debe seguir los mismos procedimientos que cualquier teoría científica. En lugar de apelar al juicio de la élite científica que proponía Lakatos, o acudir a los casos históricos que de forma intuitiva podamos considerar como paradigmáticos que proponía el intuicionismo previo de Laudan, lo que procede es **transformar este mandato en un imperativo hipotético**, Ej. saber si la regla que aconseja evitar hipótesis ad hoc es aceptable, comprobar si, en efecto, la historia de la ciencia muestra que evitar hipótesis ad hoc fue un buen medio para conseguir el la fiabilidad predictiva

El naturalismo sobre las normas metodológicas es completado por Laudan con un **naturalismo sobre los fines**: los fines de la ciencia han cambiado históricamente y los mecanismos mediante los cuales los científicos varían de fines son los mismos que debe emplear el epistemólogo para seleccionar las virtudes epistémicas.

Este naturalismo no se opone a su trabajo anterior (su propuesta meta-metodológica era ya naturalista), en "**A Confutation of Convergent Realism**" (1981) interpreta el realismo científico como hipótesis empíricamente contrastable al modo de cualquier hipótesis científica. Laudan aducía una serie de casos históricos que, según su reconstrucción de las tesis realistas, bastarían para descartar el realismo como explicación aceptable del éxito de la ciencia

- Dificultades aparentemente insalvables para establecer una **medida objetiva que permita la comparación en la eficacia para resolver problemas por parte de dos teorías rivales**. (Newton-Smith).
- ¿Cómo saber que una teoría resuelve más y mejores problemas que otra teoría rival?
- Si con **que la comunidad científica determine que algo es un problema científico para considerarlo como tal**, no tenemos manera de decir si aquello fue un error (como los monstruos marinos del siglo XVII).
- Si las inconsistencias representan un problema es justo porque la teoría en que aparecen pueda no ser verdadera. En el fondo Laudan **estaría aceptando la verdad de las teorías de manera inconsistente a sus propios postulados**.
- ¿Cómo pueden individualizarse los problemas? Laudan afirma que para que algo sea un problema empírico basta con que se considere como tal por los científicos → ¿qué impide que los partidarios de una teoría vean en ella problemas resueltos donde los partidarios de otra no ven problemas en absoluto?
Ej: el problema del movimiento retrógrado de los planetas debe considerarse uno sólo o uno para cada planeta
- ¿Qué garantiza que los **problemas empíricos sean un elemento de continuidad** entre tradiciones de investigación?

Desde **posiciones anti-instrumentalistas**, y especialmente desde el lado **realista**, se ha puesto también en cuestión que **pueda prescindirse del concepto de verdad** en la explicación del progreso científico, tal como Laudan pretende.

- Si se prescinde del concepto de verdad, **no hay modo de distinguir entre problemas auténticos y espurios** en la ciencia. No bastaría con decir que un problema científico auténtico es aquél que es percibido como tal en el seno de una tradición de investigación, porque, para quien rechaza el relativismo, lo que se pregunta es justamente por qué razón unos problemas son percibidos como auténticos y otros como pseudoproblemas.
- La imposibilidad de determinar de manera infalible la verdad de las teorías **no significa que no podamos atribuirles de modo fiable cierto grado de verdad** (Niiniluoto). Para Niiniluoto la verdad es una meta inaccesible, en tanto que no hay un conjunto finito de pasos que nos lleve hasta ella, pero no es una meta utópica, como mantiene Laudan. Niiniluoto entiende que una meta es utópica si es inaccesible y además ni siquiera podemos hacer progresos hacia ella (ej: ir caminando hasta la Luna) → la verdad es una meta sobre la que sí podemos hacer progresos y efectuar ciertas estimaciones sobre el mismo.
- **No habría criterio para distinguir las soluciones válidas de las soluciones inválidas de los problemas**. Y desde luego los científicos no se limitan a proporcionar soluciones cualesquiera a los problemas que les van saliendo al paso, sino que intentan encontrar soluciones verdaderas a problemas auténticos.
- El realista no objetaría en ver el progreso científico como aumento de la eficacia en la resolución de problemas por las nuevas teorías, que sería una consecuencia del progreso que se realiza en el acercamiento a la verdad
- **El modelo reticular cae en el relativismo**. Sin principios fijos de evaluación, no hay punto de vista objetivo desde el que mostrar que ha habido progreso. (John Worrall). No podemos decir que nuestros criterios sean mejores si no es sobre la base de algunos principios permanentes de evaluación, constitutivos de la propia racionalidad
- **El naturalismo normativo presenta una visión limitada de la racionalidad científica**, reducida a una racionalidad instrumental. (Harvey Siegel) → no es posible una explicación puramente naturalista del cambio científico (en especial respecto a la elección de los fines)
- Para algunos racionalistas, en cierto modo **Laudan fracasa en su racionalismo**. El considerar que no hay nada permanente en la realidad científica **roza el relativismo**.

ALGUNAS INDICACIONES SOBRE LA SITUACIÓN POSTERIOR

Hay más métodos que los vistos, y el problema del progreso en ciencia sigue vigente, cuyo planteamiento ha cambiado y en vez afrontarse de modo global, se ataca desde el seno de las **disciplinas específicas** y con una **concepción naturalista de la epistemología** (herramientas y procesos de ciencias empíricas: sociología, psicología cognitiva y biología evolucionista)

Si que hay cierto acuerdo en algunos aspectos generales básicos:

- **Importancia de la historia de la ciencia** para elaborar y evaluar cualquier propuesta epistemológica acerca de la ciencia
- Cualquier propuesta filosófica sobre la ciencia debe estar **asentada en un conocimiento profundo de su práctica real** y que las prescripciones a priori basadas en preconcepciones filosóficas no resultan creíbles.
- **Los métodos y los criterios de evaluación científica han cambiado a lo largo de la historia**. Al aprender cosas sobre el mundo aprendemos a mejorar nuestra forma de conocerlo → El **pluralismo metodológico** defendido por Kuhn, Laudan y Feyerabend parece imponerse sobre el monismo metodológico al estilo del neopositivismo, de Popper y de Lakatos.
- Relacionada, pero en la hay disenso, es el tema de si **han cambiado los fines de la ciencia a lo largo de su historia** → ¿buscamos teorías verdaderas (realistas), empíricamente adecuadas (neoempiristas), útiles (instrumentalistas)...? → ¿tiene fines la ciencia como tal, o los tienen los científicos? (David Resnik)
- La **inconmensurabilidad** si en discusión, aunque hay acuerdo en la racionalidad del cambio científico, cambio guiado por normas racionales, ellas mismas cambiantes y contextuales
- **Importancia de los factores externos** (sociales, políticos, económicos,...) y la importancia de no excluirlos del campo de la racionalidad: importancia de los valores en la labor científica y de su relación bilateral con política y democracia
- Necesidad de **especializarse en una ciencia y hablar con conocimiento cercano**, desde finales del siglo XX se viene abandonando la imagen central que tenía la física → dominan las filosofías especiales de la ciencia

Referencias bibliogŕficas

DIÉGUEZ, Antonio:

- (2017) *“¿Qué es ciencia y qué no lo es?”* (Conferencia impartida en la facultad de Filosof́a y Letras de la Universidad de Málaga)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=tONZCRNsnaQ>
- (2021) *“Filosof́a de la ciencia”* (lista de reproducci3n de clases grabadas del profesor Antonio Diéguez)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=rcIJrDkXG9Y&list=PLlqprA9m1QnZ2hX-MnpsBPWVjE5kUzo0O&pp=iAQB>

DÍEZ, José A.; MOULINES, C. Ulises:

- (1997) *“Fundamentos de Filosof́a de la Ciencia”*

ESTEBAN Romero, Gustavo:

- (2021) *“Curso de filosof́a cient́fica”*
 - <https://www.youtube.com/playlist?list=PLga5rpSFOshLAVo118B2lz2tZMCnKelno>

JIMÉNEZ Buedo, Maŕa; MONSÓ Gil, Susana:

- (2023) *“Video-clases y tutorías en el aula virtual de la asignatura ‘Filosof́a de la Ciencia I’ – UNED”*