

Primer tema

- › Concepción de la ciencia
- › El método científico
- › Alternativas en la noción de progreso científico

2

¿Qué entendemos por ciencia?

- > **Triple concepción de la ciencia:**
 - > **La ciencia como conjunto de conocimientos organizados en *teorías*.**
 - > **La ciencia como el resultado de la aplicación de un *método* característico.**
 - > **La ciencia como *institución*.**

3

La ciencia como conjunto de teorías

- > Conjunto de conocimientos consignados en documentos escritos.
 - > Problemas:
 - > No todo el conocimiento científico se puede consignar de este modo (know-how).
 - > Se han perdido documentos a lo largo del tiempo.
 - > No siempre se ha sistematizado el conocimiento de la misma manera: por ejemplo el empleo de representaciones pictóricas o de alegorías comunes en ciertas épocas pueden no entenderse como conocimientos científicos según las concepciones más estrictas.

4

La ciencia como conjunto de teorías (2)

- > La filosofía de la ciencia ha pretendido reducir la ciencia a su aspecto teórico.
 - > Consecuencias con respecto a la historia de la ciencia:
 - > La noción de progreso científico sólo tenía en cuenta los *cambios teóricos*, dejando de lado los *metodológicos e institucionales* igualmente relevantes.
 - > Los aspectos sociales (políticos, económicos, religiosos o filosóficos) que influyen en el desarrollo de la ciencia pertenecían al “contexto de descubrimiento” y no al de “justificación”.

5

Aspectos metodológicos

- > La metodología científica también ha cambiado a lo largo de la historia.
- > Da lugar a nuevas posibilidades en la generación de conocimiento.
- > Ejemplos clásicos: el telescopio, los instrumentos de medición precisos, los recursos informáticos de almacenamiento y procesamiento de datos....

6

Aspectos institucionales

- > La manera en que los científicos se organizan institucionalmente también marca diferencias en la manera de hacer ciencia.
 - > El desarrollo de las infraestructuras:
 - > Laboratorios,
 - > Medios de comunicación,
 - > Medios de subvención,
 - > Little Science & Big Science (Solla Price)

7

Aspectos contextuales

- > Es preciso tener en cuenta también los cambios sociales y culturales con respecto a la ciencia:
 - > Reglas de actuación (morales, sociales, religiosas, políticas, económicas)
 - > Valores y preferencias del uso y desarrollo de los conocimientos científicos (la idea de ¿para qué sirve la ciencia? ha cambiado a lo largo de la historia)

8

El método científico (1)

Aclaración: Los siguientes rasgos son una **abstracción** de los principales elementos del método científico.

Def.: “Consiste en cierto número de operaciones, de carácter mental y manual, cada una de las cuales ha tenido que mostrar su utilidad en la formulación de cuestiones y en la consecución de respuestas, su autenticación y su uso” (J. D. Bernal, 1979, p. 32).

9

El método científico (2)

(1) La observación:

- > Se considera que el conocimiento científico comienza con la observación de un conjunto de fenómenos para los que se busca una explicación de su comportamiento o una caracterización de sus rasgos destacables.
- > Tiene que ser acerca de:
 - > *algo relevante*
 - > *algo que sucede.*
- > Tienen que ser actos epistémicos con suficiente *credibilidad y significado*.

10 El método científico (3)

- > **Problemas:**

- > La (supuesta) neutralidad de la observación: la carga teórica.
 - > Los conocimientos previos y las teorías que tenemos son la fuente de autoridad a la hora de decidir las observaciones que hacemos.
 - > Las teorías pueden asegurar la credibilidad del testimonio observacional.
 - > Una observación tiene que ser acerca de algo considerado *relevante* para la teoría y ha de ser descrita en un *lenguaje* que sea *accesible* para la teoría: la observación tiene que ajustarse a un sistema de conceptos teóricos.

11

El método científico (4)

- > Las observaciones indirectas: la información acerca del objeto está mediada por una cadena causal más o menos larga que va desde el objeto al científico:
 - > Instrumentos que aumenten nuestra capacidad perceptiva, (desde la lupa a un complejo telescopio);
 - > observación de vestigios que han dejado objetos del pasado (la estriación en unas rocas: paso de un glaciar);
 - > Imagen que ni siquiera guardan semejanza con el objeto que se supone se está observando (la temperatura y un termómetro de mercurio).

12

El método científico (5)

(2) La medición: relaciona un grupo de fenómenos con una cantidad.

> Problemas:

- > Justificar la asignación de números a objetos o fenómenos, y mostrar cómo estos números aritméticos se pueden aplicar a una variedad de situaciones empíricas: la estructura relevante de la situación empírica investigada es *isomorfa* con esa estructura aritmética específica.
- > Variabilidad de las cantidades medidas.
 - Por las propiedades empíricas del objeto medido (el peso o la altura de un sujeto pueden variar a lo largo del día)
 - Error instrumental
 - Errores personales debidos a las respuestas de los observadores
 - Errores numéricos de computación

13

El método científico (6)

(3) Las idealizaciones. Razones por las que se emplean esas descripciones “incorrectas”.

- > 1. La necesidad de poder tratar los fenómenos del mundo de manera matemática.
- > 2. La no disponibilidad de ciertos datos, o a la ausencia de teorías auxiliares necesarias.
- > Problemas
 - > ¿cómo se pueden comprobar teorías que están conectadas con el mundo sólo a través de descripciones idealizadas?
 - > ¿en qué sentido hay explicaciones científicas si lo que se ha de explicar ha sido previamente descrito incorrectamente?

14 El método científico (7)

(4) La experimentación: Conjunto heterogéneo de técnicas. Dada su variedad no es posible proponer una definición precisa. Características:

- > *Son empíricos.* Se realizan en el mundo real, en tiempo real, con objetos reales, y los resultados que se obtienen son fácticos.
- > *Son contruidos*, es decir, se producen en situaciones cuidadosamente *controladas*, en ambientes artificiales y no naturales.
- > *Son intencionales*, diseñados de una determinada manera, con un propósito racional claro, para observar ciertos fenómenos o explorar un dominio desconocido.

15 El método científico (8)

- > Para ello se controlan todas las circunstancias que rodean al experimento (cierre del sistema), procurando la uniformidad de las condiciones y protegiéndolo de las interferencias que produzcan errores en los resultados.
- > *Son controlables*: se pueden comparar los resultados obtenidos con un *ejemplo de control*, un experimento prácticamente idéntico al ejemplo experimental salvo en un aspecto cuyo efecto es comprobable.
- > *Son reproducibles*, los métodos empleados han de ser descritos con suficiente detalle para permitir que otros equipos científicos repitan y verifiquen los resultados.

16

El método científico (9)

(5) Los modelos y las analogías

- > “ser un modelo es formar parte de una relación triádica: *una persona* considera que *algo* es un modelo de *otra cosa*”
- > Un modelo en *metalógica* es una estructura que hace verdaderos a todos los enunciados de una teoría, entendiendo aquí teoría como un conjunto de enunciados en un lenguaje.
- > Modelos analógicos o *réplicas*: se pueden emplear con objetivos expositivos o como aparatos de cálculo (la construcción de una réplica o sistema analógico es la forma más sencilla para investigar las consecuencias de las leyes que se cree que el sistema ha de satisfacer).

17

El método científico (10)

- > La relación que se produce entre el modelo y el sistema modelado es una relación de *analogía*.
- > *Sentidos de analogía:*
 1. *analogía de estructuras o isomorfismo*: las relaciones axiomáticas y deductivas que conectan los individuos y los predicados del sistema y del modelo son las mismas.
 2. *analogías materiales*: además se pueden producir similitudes materiales entre las partes del sistema y su réplica.

18 Nociones de progreso científico (1)

- > **Progreso institucional:** económico, organizativo, profesional.
- > **Progreso metodológico:** nuevos métodos de investigación y nuevos instrumentos científicos más precisos.
- > **Progreso cognitivo:** incremento del conocimiento científico.

19

Nociones de progreso científico (2)

- > Noción de “progreso”: axiológica o normativa,
- > Debe distinguirse de otros conceptos relacionados como “cambio” o “desarrollo”.
- > **En general, decir que el paso desde un estadio *A* a un estadio *B* constituye un progreso quiere decir que *B* es una mejora con respecto a *A* en algún aspecto, o que *B* es mejor que *A* en relación a ciertos criterios.**
- > Se puede establecer una secuencia ascendente en el tiempo con respecto a un cierto grado de perfectibilidad.

20 Nociones de progreso científico (3)

- > Diferentes maneras de concebir el movimiento ascendente:
 - > (i) progresiones graduales o incrementales (incorporación gradual de ciertas partes de teorías antiguas en las actuales) y,
 - > (ii) progresiones discontinuas, (momentos revolucionarios en los que las teorías son superadas y reemplazadas por teorías rivales superiores).

William Whewell y la imagen de los ríos afluentes.

- > Interpretó la historia de la ciencia con referencia a dos conceptos:
 - > **los hechos**, que proporcionan el contenido al conocimiento;
 - > **y las ideas**, que proporcionan la forma.
- > Los hechos se vinculan gracias a las ideas en lo que Whewell denominó una “**conexión de hechos**”.

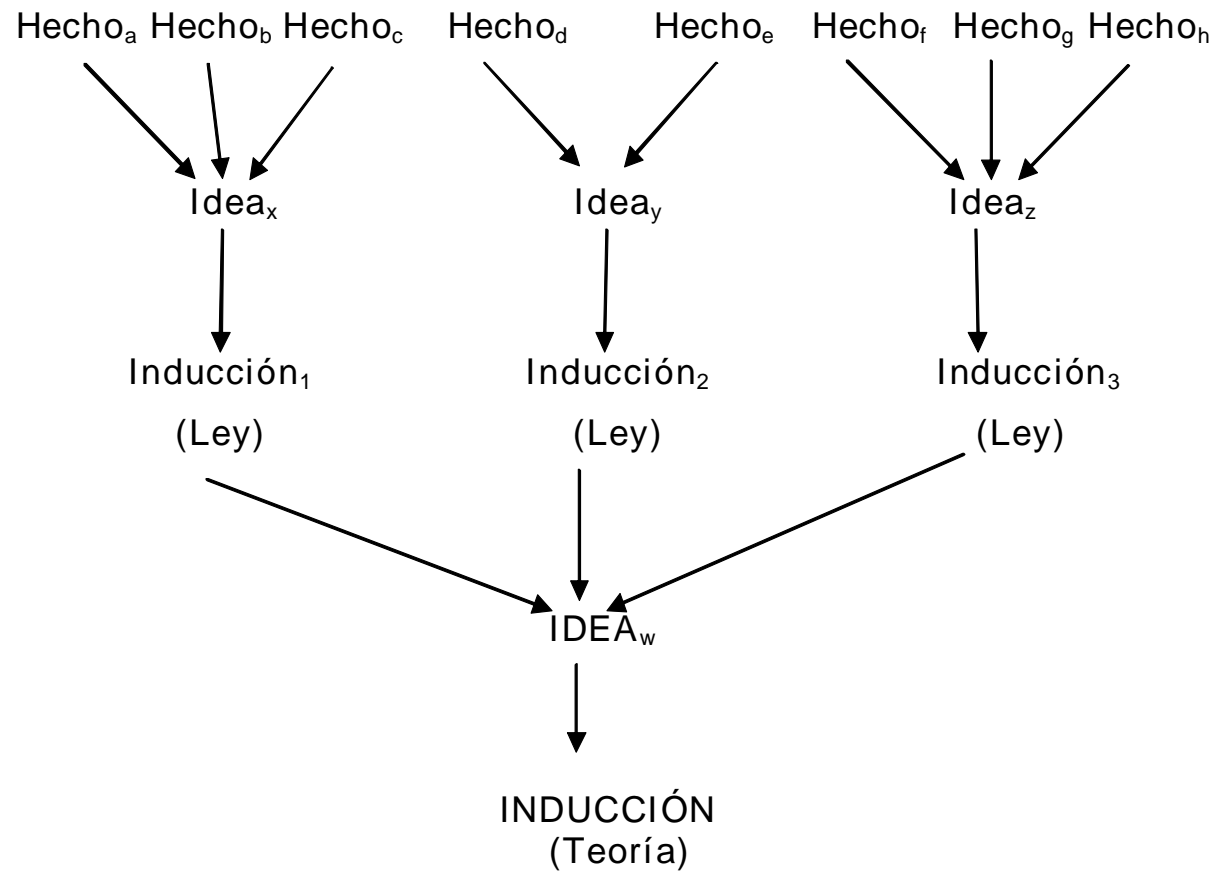
22 El progreso como incorporación (2)

- > Cada una de las ciencias está determinada por un conjunto básico de predicados o “ideas fundamentales”, cuyo significado viene dado por principios generales o axiomas.

23 El progreso como incorporación (3)

Conexión
(Colligation)

Unificación
(Conscilience)



24 El progreso como incorporación (4)

Nagel y el progreso como reducción de teorías

Estipula los criterios formales y empíricos para la sustitución de una teoría (T1) por otra más inclusiva (T2).

Criterios formales:

- > (1) *Conectabilidad*. La teoría reducida (T1) incluye, por lo general, términos que no se encuentran en la nueva teoría (T2). Estos casos son ejemplos de “reducciones heterogéneas”.
- > (2) *Derivabilidad*. Además, una reducción exitosa requiere que las *leyes* de la teoría reducida (T1) sean derivables a partir de los axiomas interpretados de la nueva teoría (T2).

25

El progreso como incorporación (5)

Criterios empíricos.

- > (3) La nueva teoría (T2) que reduce a la antigua se ha de apoyar en la misma *evidencia empírica* que la anterior (T1) y *además por evidencias diferentes*. Este requisito impide que se inventen teorías “reductoras” que solamente impliquen las leyes de la anterior teoría.
- > (4) La teoría reductora (T2) también debe probar su *fertilidad*. Sus suposiciones teóricas deben ser capaces de hacer *más predicciones* que las que hacían las teorías anteriores.

26

El progreso por revoluciones (1)

T. S. Kuhn *Estructura de las revoluciones científicas* (1962, 1970)

- > En el proceso de aplicación y extensión, un paradigma dominante ($P1$) es acosado por un cierto número de anomalías.
- > Se introduce un segundo paradigma, $P2$.
- > Los científicos creen que $P2$ resuelve, en gran parte, las anomalías que amenazaban a $P1$.
- > Los científicos abandonan $P1$ a favor de $P2$.

27

El progreso por revoluciones (2)

- > Desarrollos científicos históricos que encajan con la caracterización kuhniana:
 - > la transición de la física de Aristóteles a la de Newton,
 - > la de la teoría química del flogisto a la química del oxígeno,
 - > la de la mecánica newtoniana a la teoría general de la relatividad.

28

El progreso por revoluciones (3)

- > También hay desarrollos históricos revolucionarios que tienen lugar sin la necesidad de que se produzca una acumulación de anomalías.
 - > La llamada “revolución copernicana”: la ciencia normal desarrollada por la teoría ptolemaica no presentaba esa acumulación de anomalías.
- > El rechazo de una teoría no siempre se produce cuando hay otra disponible.
- > Los científicos pueden rechazar una teoría aunque ello suponga dejar un cierto vacío teórico.

I. B. Cohen (1985): requisitos que indican si el desarrollo histórico que se está analizando es una revolución científica.

- > el testimonio de testigos contemporáneos;
- > las referencias a logros posteriores de la teoría en documentos científicos;
- > el juicio de historiadores de la ciencia competentes; y
- > las opiniones de los científicos que trabajan en ese campo hoy en día.

La publicación de los *Principia* de Newton supera estas cuatro características.

- > Fontenelle, Clairaut, Bailly, entre otros, consideraron ya en su tiempo que el trabajo era “revolucionario”.
- > Las publicaciones de los siglos XVIII y XIX sobre física y astronomía atestiguan el segundo requisito.
- > Tanto los historiadores como los científicos contemporáneos están de acuerdo en esa valoración.

Limitaciones de la propuesta de Cohen.

- > Los historiadores pueden no estar de acuerdo sobre si el caso analizado es o no una revolución científica. Cohen y Kuhn, por ejemplo, estuvieron en desacuerdo acerca de la consideración de la teoría copernicana como revolucionaria.
- > Ciertos observadores pueden coincidir en que un episodio de la historia de la ciencia es revolucionario, aunque no tienen por qué estar de acuerdo en los motivos por los que esto es así.

L. Laudan: modelo reticular

- > Las tensiones que existen entre las **teorías**, la **metodología** empleada en ellas y los **objetivos cognitivos** han de mantenerse en equilibrio dinámico gracias a un proceso de ajuste gradual.
- > La tensión entre dos vértices del triángulo puede resolverse mediante un ajuste en el otro vértice.

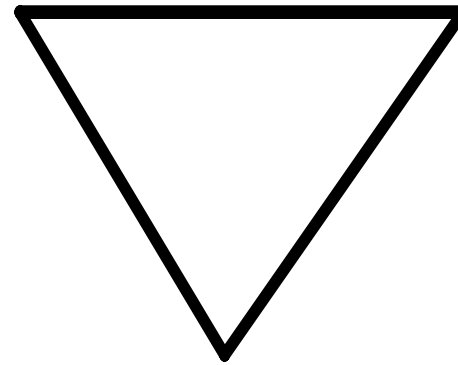
33

Modelo reticular del cambio científico (2)

Historia de la ciencia

Ana Cuevas 07-08

**Objetivos
cognitivos**



**Principios
metodológicos**

Teorías

34 Preguntas del tema

- > 1. ¿Qué puede entenderse por ciencia? Diferentes sentidos del término.
- > 2. La concepción de la historia de la ciencia como progreso. Explicar el sentido axiológico de la noción de progreso.
- > 3. En qué consiste, según Nagel, la reducción de teorías científicas. Problemas de esta concepción del progreso científico.
- > 4. La concepción revolucionaria de progreso científico según Kuhn. ¿Se puede hablar de progreso en este caso?