

EL EXPERIMENTO BIOLÓGICO DESPUÉS DE CLAUDIO BERNARD*

Pedro Laín Entralgo

INTRODUCCIÓN

En cierto modo, la concepción bernardiana del experimento —biológico o no— sigue siendo clásica. Son legión, pienso, los investigadores que más o menos conscientes de ello, trabajan en sus laboratorios con arreglo al esquema operativo «*idea a priori* - razonamiento experimental - experimento - contraprueba». Son tal vez muchos, por otra parte, los hombres de ciencia que hoy seguirían haciendo suyo el juicio de Bergson, cuando éste por encargo de la Academia Francesa, conmemoró en 1912 el centenario del nacimiento del genial fisiólogo: a las ciencias de laboratorio —dijo textualmente Bergson— «que siguen la experiencia en todas sus sinuosidades... aportará Claudio Bernard la fórmula de su método, como antaño Descartes aportó el suyo a las ciencias abstractas de la materia. En este sentido —añadía— la *Introducción al estudio de la medicina experimental* es para nosotros lo que para los siglos XVII y XVIII fue el *Discurso del método*». Cuando en 1978 se celebre el centenario de la muerte de Claudio Bernard ¿podrán ser repetidas estas solemnes palabras del autor de *L'évolution créatrice*?

Para responder con cierta responsabilidad a tan grave pregunta, comenzaremos examinando sumariamente cómo ha sido realizada la más importante de las hazañas biológicas de nuestro siglo: el descubrimiento de la estructura del DNA, la famosa doble hélice de Watson y Crick. He aquí las cuatro etapas a mi juicio fundamentales en la historia interna del hallazgo:

1ª Un doble punto de partida:

- a) Avery: transmisión de los caracteres hereditarios de una bacteria a otra por intermedio del DNA. Conclusión provisional: los genes están constituidos por DNA.

* Conferencia pronunciada en la Sociedad de Estudios y Publicaciones el 17 de marzo de 1976.

- b) En Cambridge, discípulos del físico Bragg —Crick, Wilkins, Franklin— aplican la difracción de los rayos X al estudio de diversos componentes de la célula. Wilkins y Franklin dedican su atención al DNA.

2ª Formación científica de Watson (nac. 1925) en California, al lado de Luria y Delbrück. Se piensa que los virus son genes en estado puro, y por tanto DNA. De ahí: química de éste.

- a) Luria envía a Watson junto al danés Kalkas. Química de los ácidos nucleicos y metabolismo de los nucleótidos.
- b) En Nápoles, con ocasión de un Congreso de Biología, Watson contempla con asombro la proyección de una fotografía en la que aparece la difracción de los rayos X por el DNA. Doble aspecto del interés de Watson por el DNA: químico y óptico.

3ª Encuentro de Watson y Crick. Tema de su inmediata relación: la estructura del DNA.

- a) Pauling: estructura helicoidal (hélice α) de las cadenas de polipéptidos en las proteínas. Pregunta consiguiente: si las proteínas poseen tal estructura, y si el material genético que las biosintetiza está construido por DNA, ¿no habrá de poseer también éste una estructura helicoidal?
- b) Primer modelo. Estructura helicoidal tridimensional. Fuerzas de cohesión: enlaces iónicos magnesiano-fosfáticos.
- c) Crítica de Wilkins y Franklin. *No* a los enlaces magnesianos: la hidrofilia de estos acumularía agua y haría imposible la solidez de la cadena. Repetición cristalográfica —difracción de rayos X— cada 28 Å.

4ª El buen camino y la solución.

- a) Estructura del VMT (virus del mosaico del tabaco, cuya condición cristalina...) y multiplicación viral.
Estructura del VMT (RNA, ácido ribonucleico): cliché que sugiere estructura helicoidal con vueltas cada 23 Å. Congreso de Oxford sobre multiplicación viral: con tubo anódico giratorio —imágenes con una cadencia 20 veces mayor—, queda establecida óptico-cristalográficamente la estructura helicoidal del VMT.
- b) Vuelta al DNA, en el cual, entre tanto, el químico Chargaff ha descubierto la existencia de relaciones fijas entre la adenina y la timina, por una parte, y la guanina y la citosina, por otra.
Golpe de efecto: Modelo helicoidal de Pauling para DNA. Watson y Crick demuestran su falsedad.

c) Resultado final: la doble hélice. Diámetro de la hélice: 20 Å. Inserción normal de las bases en el eje de la hélice. Hélice doble. Enlaces de hidrógeno entre las bases. *Nature*, 1953, Delbrück: «Es tan elegante que apenas podría creerse que la Naturaleza no hiciera uso del admirable hallazgo de Watson y Crick». Como en el caso de Galileo, pero frente a un modelo. Maupertuis.

d) Instancias que han confluído en cualificar el descubrimiento de Watson y Crick. Lo nuevo en él:

- Índole del descubrimiento: un modelo estructural, químico-geométrico (como el de Kekulé, pero «visualizado»)
- Instancia científico-técnica: coordinación de química-física: difracción química + rayos X - microscopio electrónico - propiedades funcionales de la realidad (DNA) a que se refiere el modelo: genéticas (virus y...) y metabólicas (biosíntesis de las proteínas).
- Instancia sociológica: no investigación aislada (Claudio Bernard, Cajal), ni de equipo de trabajo, sino la suma no programada de una pléyade universal de centros de investigación y de especialistas diversos: químicos - bioquímicos - genetistas - físicos. Frente al *collegium invisibile* la *officina universalis*.
- La genialidad inventiva de Watson y Crick (*last but not least*).

Ahora bien: ¿cómo ha actuado esta genialidad inventiva? ¿Cuál ha sido en este caso la «lógica de la investigación», como diría Popper? ¿Cuáles sus presupuestos? ¿Los mismos de Claudio Bernard?¹

Voy a ordenar mi respuesta en tres puntos, el último de ellos con el colofón de una conclusión interrogativa: 1º Los nudos hechos históricos. 2º La experimentación biológica a la luz de la actual filosofía de la ciencia. 3º La experimentación biológica en su realidad actual.

LOS HECHOS HISTÓRICOS

Tras la figura de Claude Bernard —poco antes la de Ampère—, en las cuales tan armoniosamente se unen entre sí el experimentador y el teórico de la experimentación y de la ciencia, uno y otro se separan paulatinamente; con lo cual, ya desde el último cuarto del siglo XIX, van a aparecer, en lo que a nuestro problema respecta, los siguientes tipos humanos:

- I. El experimentador puro: el hombre que hace ciencia experimental, biológica o no, sin detenerse a meditar acerca de la teoría de aquello que hace y que sabe:

¹ Un libro de Watson sobre el mismo tema, ¿coincidiría con la *Introducción* bernardiana?

los principios sobre que sin saberlo se apoya, el nervio mental de sus métodos, la validez y el alcance de su saber.

Ejemplos procedentes de la investigación biológica: Pasteur - Ehrlich - Morgan - Compton - Millikan - Watson.

II. El pionero de la ciencia teórica que «por añadidura» —subrayo esta expresión— especula acerca de aquello que hace.

Ejemplos: Helmholtz - Hertz - Cajal - Poincaré - Hilbert - Planck - Roux - Einstein - Bohr - Heisenberg.

III. Tránsfugas desde el cultivo de la ciencia a la meditación filosófica sobre la ciencia.

Ejemplos: Mach - Duhem - Popper - Kuhn

IV. Puros filósofos de la ciencia: filósofos que —más o menos exclusivamente— han consagrado su actividad a meditar acerca de los problemas teóricos que la ciencia y la investigación científica plantean. Saber y método.

Los del grupo anterior, tras su mutación.

En el último cuarto del siglo XIX, un Avenarius en Alemania, un Boutroux, en Francia. «La idea de naturaleza», «Ciencia y realidad», Zubiri.

El círculo de Viena.

Surgente al lado de él, la decisiva figura de Karl Popper.

Desarrollo y crítica de las ideas popperianas. Lakatos - Feyerabend - Smart... - crítica marxista.

Panorama inabarcable en una sola lección. Tan sólo líneas y conceptos principales.

LA EXPERIMENTACIÓN BIOLÓGICA A LA LUZ DE LA ACTUAL FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Llamando «nuestra actualidad», como otras veces he hecho, al tiempo histórico comprendido entre la primera Guerra Mundial y el año en que vivimos, pienso que la serie dialéctica de las diversas actitudes mentales frente a la ciencia y a la investigación científica —y dentro de una y otra frente al experimento biológico— puede ser ordenada en cinco epígrafes principales: inductivismo, convencionalismo, verificacionismo, falsacionismo, post-falsacionismo.

I. Inductivismo.

1. Inductivismo clásico. Modelo: el proceder de Newton (tal y como el propio inductivismo lo concibe)

a) Tesis fundamental («código de honor científico» del inductivismo): sólo pueden ser admitidas en el cuerpo de la ciencia las proposiciones que describen hechos

ciertos (proposiciones factuales ciertas) y las generalizaciones inductivas de tales proposiciones.

Consiguiente esquema operativo:

- dilema entre «aceptación» y «rechazo»: una proposición determinada, o se acepta o se rechaza.
- identificación entre «lo falso» y «lo no-probado»

b) Visión de la historia de la ciencia.

- Esquema canónico: etapa precientífica - descubrimiento de proposiciones factuales ciertas (*Hypotheses non fingo*) - ulteriores generalizaciones inductivas lógicamente válidas.
- Revoluciones científicas: sólo una. Encontrado el buen camino, desenmascaramiento de errores e incremento lineal del saber (proposiciones factuales nuevas y generalizaciones inductivas más amplias).
- Paradigmas: generalizaciones de Kepler a partir de Tycho-Brahe; id. de Newton partiendo de Kepler-Galileo; id. de Ampère (teoría de la electrodinámica) a partir de Oersted y sus propias observaciones.
- «Internalismo» más o menos radical de la historiografía inductivista: sólo cuenta el progreso más o menos lineal del puro saber científico; lo externo (psicología, sociología), causa de prejuicios metódicamente vitandolos.

c) Crítica:

- ¿por qué fueron elegidos tales hechos y no tales otros?
- ¿son realmente válidos el dilema aceptación-rechazo y la identificación entre «lo falso» y «lo no-probado» ?

2. Inductivismo reformado o probabilista. Grupo filosófico de Cambridge. Aceptación por Carnap (rama empírica del probabilismo, dentro del Wiener Kreis). Refutación por Lakatos en *Changes in the Problem of Inductive Logic*, 1968).

Ver la monografía mecanografiada «Filosofía de la ciencia de Imre Lakatos» de Diego Ribes (Valencia).

3. La experimentación biológica dentro del inductivismo del siglo XX

- a) Prosecución del pensamiento bernardiano (inicial): cada vez mayor amplitud y cada vez mayor evidencia del determinismo.
Orina conejos → digestión pancreática → mecanismo de ésta →
- b) Término final: una visión del mundo reducible a la suma de: una teoría fisicoquímica de la realidad natural, suficiente en sí y por sí misma; la opción entre un agnosticismo total, en cuanto al ser de las cosas, y por tanto frente a la me-

tafísica, y la aceptación creencial-sentimental de ésta (tal fue el caso del propio Claudio Bernard).

II. Convencionalismo.

Prescindiendo de los vagos precedentes inmediatos que puedan verse en Cournot o en Avenarius, y muchos más de los bien precisos, pero remotos antecedentes contenidos en la célebre discusión sofística acerca de la relación entre la *physis* y el *nomos*, entre la *kata physin* o «por naturaleza» y lo *kata nomon* o «por convención», la visión «convencionalista» de la ciencia comienza formalmente con W. James, Mach y Poincaré, para seguir con Duhem y terminar, asumida y perfilada, en el falsacionismo de Popper.

1. W. James. Pragmatismo: verdad = lo que ayuda a vivir, lo que incrementa o potencia a la vida.

- a) «La prueba última de lo que significa una verdad es la conducta que dicta o que inspira. Pero si inspira tal conducta es porque de antemano predica alguna orientación particular de nuestra experiencia»
- b) Verdad e hipótesis; carácter hipotético de la verdad. Ésta como hipótesis necesaria o conveniente; capaz de «satisfacernos», aunque no sea susceptible de comprobación «racional». Verdad: la hipótesis que «funciona» en nuestra existencia, ya orientándola en lo real, ya llevándola a una experiencia nueva y valiosa. La verdad «cambia y crece».
- c) Dos modos de concebir la verdad:
 - Son verdades las ideas «que podemos asimilar, validar, corroborar y comprobar». El «poder llegar a ser verdadero». Verdad y verificabilidad (→ neopositivismo).
 - Sólo son aceptables como verdaderas las proposiciones cuando «poseen un valor para la vida concreta» (pragmatismo s.s.).
 - Tesis que armoniza ambos modos de concebir la realidad: ésta como algo abierto y dinámico, que «se hace».

2. E. Mach.

- a) Sensualismo anti metafísico. No sustancia. Sustitución de «causa» por «función» (precedente: Hume)
- b) Concepción «económica» del pensamiento. Las leyes naturales, «limitaciones que nosotros, conducidos por la experiencia, prescribimos a nuestras expecta-

tivas, sean éstas de carácter teórico o práctico». «Limitación» y «ley». Examen del proceder de Galileo (caída graves) y Kepler (movimiento planetas).

- c) Valor biológico de esta limitación de las expectativas : las ciencias naturales, una suerte de colección de instrumentos para pensar y actuar, a fin de poder movernos convenientemente en el mundo. Convencionalismo → instrumentalismo (Lakatos).

3. H. Poincaré. Crítica de la ciencia.

- a) Convencionalidad de las teorías científicas y libertad mental del hombre que las formula:

– entre todos los caminos mentales posibles, debemos elegir y elegimos aquél que para nosotros es el patrón al que podemos referir con mayor comodidad los fenómenos naturales. La experiencia nos guía en esa elección, pero no nos fuerza; nos hace conocer —si se trata del saber geométrico— no qué geometría es la *verdadera*, sino cuál es más *cómoda*.

Geometría euclidiana o no euclidiana - Coordenadas cartesianas o polares - Éter o no éter, Fresnel o Maxwell.

Axiomas geométricos: ni juicios sintéticos *a priori*, ni hechos de exper.: son convenciones.

Convencionalidad y pragmatismo como «comodidad». «El proceso científico es la traducción de un hecho bruto en un lenguaje cómodo» - «Il n'est pas vrai ou faux, il est commode».

Por tanto: libertad de la mente. Condición: evitar la contradicción. El hombre de ciencia: elige el proceso observable, o crea-elige el patrón de la referencia – por tanto, necesidad del presupuesto: «no» al *hyp. non fingo* de Newton.

- b) Pero no escepticismo, ni subjetivismo (contra Le Roy). Los principios son convenciones y definiciones larvadas; pero se derivan de leyes exper., y estas son elevadas a principios a los cuales nuestro espíritu concede un valor absoluto» - El «espíritu humano» - Solidaridad - La ciencia es «nuestra» ciencia - La comodidad es superindividual y supratemporal - La «armonía»
- c) Oposición y complementariedad de la intuición (no estrictamente identificable con la bergsoniana) y la lógica. La lógica permite la certeza racional. La intuición, trans-racional, hace posible la invención, el descubrimiento.
- d) Con Boutroux, Poincaré afirma que cada ciencia debe tener su propio método. Campo de su reflexión: matemáticas y física. ¿Y la biología?

4. P. Duhem. Crítica de la ciencia, pero sin negar la metafísica, antes exigiéndola.

- a) Hecho científico (propos. factual cient., se dirá luego), ley científica y teoría científica. Aunque sin gran precisión, Duhem los distingue.

Hecho empírico: contacto de la mente con realidad bruta - *Ley*: relación entre símbolos abstractos (ej.: ley de Mariotte); símbolos ya mentalmente creados, ya apartados de la realidad empírica (cualidad → cantidad). *Teoría*: intelección unitaria de un conjunto de leyes experimentales.

Participación activa, creadora, del espíritu en el origen de la ciencia. La experiencia misma es el producto de una actividad mental; tanto más, el proceso de la teorización. ¿Qué resulta de éste, qué es una teoría científica?

- b) Hipótesis y verdad: La teoría científica, hipótesis, la cual no es y no puede ser verdad incontrovertible, ni una explicación suficiente de la realidad.

Verdad permanente de la ley (aun admitiendo el carácter sólo probable de la relación entre su formulación matemática y su verificación experimental), si quien la formula renuncia a la explicación real de los fenómenos. Ej.: ley refracción luz.

Verdad convencional y provisional de la teoría: es verdadera —provisional y convencionalmente verdadera— cuando no sea interna ni externamente contradictoria y cuando promueva o exponga de manera satisfactoria un conjunto de leyes experimentales. Aspecto predictivo y aspecto económico (explicación más satisfactoria, más sencilla, más cómoda) de la convencionalidad. Más aún: aspecto estético (clasificación, ordenación de las leyes: belleza) ¡La estructura a la vista!

- c) Génesis de las teorías científicas: no inducción, sino intuición adivinatoria y genial. Ampère como ejemplo - Teoría física y creencia.

Selección de las hipótesis: su desarrollo matemático debe dar una máxima aproximación a la realidad. Fecundidad de las teorías → leyes nuevas.

- d) Verdad científica e historia.

Sentido de la provisionalidad - Con el transcurso de la historia, mayor perfección teoría² - No falsedad *s.s.* de la teoría antigua (las teorías, ni verdaderas ni falsas): no son posibles los *experimenta crucis* (contra Bacon), porque la teoría fís. *no agota la realidad*. Multiplicidad de teorías, siempre posible.

Progreso - Solidaridad creciente - No escepticismo ni subjetivismo.

«Si elle se vante, je l'abaisse, si elle s'abaisse, je la vante»; pascalianamente.

² A mayor perfección de la teoría científica, más clara exigencia de metafísica allende ella.

5. Visión sinóptica del convencionalismo.

- a) Conceptuación = Ciencia: elaboración de un sistema de referencia capaz de organizar hechos y leyes en forma coherente. Verdad *convencional* del sistema de referencia.
«Código del honor científico»: menos riguroso que el del inductivismo (no rechaza como «falso» lo «no-comprobado») - los sistemas abandonados no son acientíficos: más racionalidad interna (en la historia de la ciencia) que en el inductivismo.
Admite: que supuestos falsos puedan dar lugar a consecuencia verdaderas - que puede haber proposiciones verdaderas y no probadas. Por tanto: se ve obligado a comparar teorías rivales falsas.
- b) Actitud (revolucionaria) límite: admitir la existencia de *proposiciones factuales* válidas «por decisión» y no «por prueba» (libertad mental del hombre de ciencia)³. Pero, entonces, una de tres: escepticismo radical - puro instrumentalismo (las teorías, meros instrumentos de predicción) - metafísica larvada y subyacente (Lakatos).
- c) Historia. Cambio en las refer. periféricas con núcleo del sistema intacto (*hard core* de Lakatos), o cambio del núcleo mismo. Nuevos sistemas de referencia más sencillos y abarcantes. Tal sería el progreso. Valor a la vez «relativo» y «objetivo» de éste.
Paradigmas: revolución copernicana - Lavoisier – Einstein.
- d) Crítica. No explicación *racional* de la selección de hechos y sistemas - «Falsa (Mala) conciencia»: invenciones de los grandes hombres de ciencia. No delimitación satisfactoria entre «lo interno» y «lo externo».

III. Verificacionismo.

1. Visión de la «proposición factual científica» desde el punto de vista del *lenguaje* (la proposición como enunciado), y por tanto del *sentido* de lo que se dice.

Verificación, comprobación, confirmación, corroboración.

Preludio en W. James - Círculo de Viena y neopositivismo. Principio y método de la verificación. Hechos y método.

³ ¿Relación con el «observable» de Dirac?

2. Dos etapas principales.

- a) Schlick. Sólo tienen significado las proposiciones empíricamente verificables. Pero esto nos llevaría a excluir proposiciones empíricas que pueden no ser (o no han sido hasta ahora) efectivamente verificadas.
- b) Ayer. «Un enunciado es *directamente verificable* cuando, o bien enuncia una observación, o bien es tal, que en conjunción con otro u otros enunciados de observación conlleva por lo menos un enunciado de observación no deducible de sólo dichas premisas. Un enunciado es *indirectamente verificable* cuando satisface las dos siguientes condiciones: primera, que en conjunción con otras premisas conlleve uno o más enunciados directamente verificables que sean deducibles sólo de tales premisas; segunda, que esas premisas no incluyan enunciados que no sean, o bien analíticos, o bien directamente verificables, o bien susceptibles de ser independientemente afirmados como verificables» (*Language, Truth, and Logic*, 1946; ver Ferrater Mora «Verificación»).

IV. Falsacionismo.

El año 1935 se publicó el libro *Logik der Forschung*. Su autor era un físico y filósofo vienes, próximo al *Wiener Kreis*, aunque no perteneciese a él, que se propuso poner originalmente al día los problemas teóricos del conocimiento científico: ciencia y verdad, ciencia e investigación, ciencia y lógica, ciencia y método.

Emigración y arraigo en Inglaterra. Tras la edición inglesa de su obra, en 1958, figura central —seguida por unos, controvertida por otros, estimada por todos— de la actual filosofía de la ciencia. Desgajado de la rama revolucionaria del convencionalismo, cada vez más firme en la expresión de la originalidad de su propio pensamiento, Popper ha sido, y viene siendo, durante los últimos veinte años, el punto de partida o el término de referencia de la actual filosofía de la ciencia.

Ideas fundamentales. Componentes estructurales de una teoría de la experiencia.

1. Contra el inductivismo tradicional y el psicologismo. El análisis lógico del conocimiento científico no se interesa por *cuestiones de hecho* (Kant: *quid iuris?*), sino por *cuestiones de justificación o de validez* (Kant: *quid iuris?*). (Pero este planteamiento, ¿podrá ser efectivamente cumplido? Discusión de la relación entre Einstein y el experimento de Michelson y Morley: se impone la apelación al *quid facti*).

Contra el convencionalismo *more duhemiano* (v. Lakatos, *Historia Ciencia*, Tecnos, p. 21).

Contra otras versiones del convencionalismo revolucionario (según éstas, los enunciados básicos factuales y espacio-temporalmente singulares son los aceptables por convención; no las teorías espacio-temporales universales) = V. Lakatos, *l. c.*

2. Una cuestión previa: la demarcación y el rigor de los métodos para establecerla. Demarcación popperiana *lato sensu* no suficientemente desarrollados en Popper:

- entre ciencia y metafísica
- entre «historia interna» e «historia externa» de la ciencia
- entre lógica y translógica (la «intuición» en el origen de un descubrimiento)
- entre lo científicamente aceptable y lo científicamente inaceptable (teorías científicas)
- entre experimentos cruciales y no cruciales

3. El concepto clave de la demarcación popperiana: la «falsación».

- a) El nombre: *falsifizieren, to falsify*, en el sentido de: «poner de manifiesto la falsedad de algo» (no «falsear», ni «falsificar»).
- b) El concepto y su alcance.
 - qué es «falsar»: mostrar que una teoría puede ser en alguna medida refutada desde un aserto científicamente irrefutable. Ej.: mecánica newtoniana - relatividad restringida y experimento Michelson.
 - no deben ser aceptadas como científicas:
 - las teorías absolutamente no falsables (compatibles con *todos* los hechos). Serían, no teorías científicas, sino, digámoslo kantianamente, juicios analíticos universales *a posteriori*.
 - las teorías letalmente falsables.
 - sólo, por tanto: las teorías parcialmente falsables y, a pesar de ello, subsistentes. Lucha por la vida de las teorías científicas: «la meta (de la falsación) no es salvar la vida a los sistemas insostenibles, sino, por el contrario, elegir el que comparativa (y competitivamente) sea más apto, sometiendo a todos a la áspera lucha por la supervivencia» (Popper, *Lógica inv.*, 41). Objeción de Quintanilla, que interpreta esto como «idealismo» (?)
 - ¿por qué? Fondo inagotable de la realidad y de ahí falsabilidad parcial de nuestras verdades y teorías⁴. Falsación y teorías tras el experimento (Agassi)⁵.

4. La verdad de las teorías científicas. No puedo entrar en el tema. Sólo me es ahora posible decir que este problema y lo dicho acerca de la relación entre falsabilidad y realidad han conducido a Popper a su metafísica de los tres mundos: 1º. Real-

⁴ WEYL: «De una vez para siempre quiero manifestar mi admiración ilimitada por el trabajo del experimentador en su lucha por sacar *hechos interpretables* de una naturaleza arisca, que tan bien sabe responder a nuestras teorías con un *no* decis. o con un *sí* inaudible» (Popper, 261). «La naturaleza puede decir no, pero la inventiva humana puede siempre gritar más fuerte» (Lakatos).

⁵ LAKATOS, *op. cit.* Experimentos Galileo - Oersted - Priestley - Hertz.

dad física y empírica. 2º. Mente humana y sus productos (ciencia...). 3º. Ideas «eternas» (supramentales).

5. Historia de la ciencia.

a) ¿Cómo se la entiende?

- Historia externa: estímulo de «teorías».
- Historia interna: sólo —mediante experimentos falsadores— en cuanto al descubrimiento de carácter factual.

b) Cómo se la ejemplifica.

- paradigmas falsadores
 - experimentos cruciales
- { Newton y Maxwell
Radiaciones: Lummer y Pringsheim falsan a Rayleigh y Jeans. Wien → *Quanta*
Michelson y Morley

c) No ahistoricismo de Popper. Texto de Lord Acton en la edición inglesa de su libro: «No hay nada más necesario para el hombre de ciencia que la historia de ésta y la lógica de la investigación... La forma de descubrir los errores, el uso de las hipótesis y de la imaginación, el modo de someter a contraste».

6. Otros puntos del sistema popperiano.

V. Crítica y desarrollo del falsacionismo popperiano: Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Smart...

Desde que en 1959 se publicó en Inglaterra la traducción inglesa de la *Logik der Forschung* de Popper —con un significativo cambio en el título, *The Logic of Scientific Discovery*; no *Research*, sino *Discovery*—, la reflexión teórica sobre la ciencia y sobre el conocimiento científico, epistemología, gnoseología, metodología e historia de la ciencia, se ha desarrollado fabulosamente en el mundo anglosajón, enriquecido, sobre todo en U.S.A., con la incorporación de los europeos emigrados. O aceptación y desarrollo de Popper, o crítica de éste desde posiciones más o menos discrepantes de ella.

1. Tres posiciones principales, y por tanto tres modos de la crítica y de la proposición de nuevos caminos:

- a) Desde la historia *real* de la ciencia: Kuhn.

- b) Desde el interior del sistema mismo de Popper, mostrando sus insuficiencias y sus desorientaciones, así en el orden de la lógica como en el orden de la estructura del proceso histórico: Lakatos, Feyerabend.
- c) Desde ideologías más o menos explícitamente declaradas.
 - neopositivismo: herederos y continuadores del *Wiener Kreis*.
 - dialéctica marxista: entre nosotros Miguel A. Quintanilla; y glosando a éste Gustavo Bueno.

2. Motivos principales de las teorías post-popperianas de la ciencia:

- a) Tocantes a la historia del saber científico:
 - nueva valoración de la historia «externa» y del pasado «no vigente»: Kuhn, Lakatos⁶.
 - el nuevo concepto de «paradigma» y el de «revolución científica»: Kuhn.
 - conceptos de «programas de investigación científica» y de «evaluación de teorías rivales»: Lakatos. Paráfrasis de Kant: «Sin historia de la ciencia, la filosofía de la ciencia está vacía; sin filosofía de la ciencia la historia de la ciencia está ciega» (Lakatos, *op. cit.* 11).
- b) Tocantes a la lógica del conocimiento científico:
 - proceso de la mente en la elaboración de ese conocimiento.
 - racionalización —en lo posible— de lo que se muestra «irracional» en la creación científica (genialidad en la invención de lo nuevo. No sólo *Forschung*, también *Schöpfung*; no sólo *Discovery* o *Research*, también *Creativity*).
- c) Tocantes al contenido del saber científico. Distinción metódica entre:
 - «teorías científicas» como conjunto sistemático y fundamento racional de leyes.
 - «modelos» (Bunge-Balaguer, Black, Leopoldina...).Pero este último punto nos conduce al término del programa de esta lección.

LA EXPERIMENTACIÓN BIOLÓGICA EN SU REALIDAD FACTUAL

Al lado del filósofo de la ciencia, que medita acerca de lo que ésta sea, el experimentador —con o sin la ayuda del hombre de ciencia teórico, del *theoretiker*— hace «su» ciencia, y con ella «la» ciencia. ¿Cómo?

I. Esquema:

- 1. Lee. Contacto con el pasado histórico. O ve con sorpresa (ve el presente desde lo que en el pasado inmediato se sabía).

⁶ Ejemplo biológico: ¿fue puro error la concepción vital-activa (galénica) del pulso arterial?; ¿fue puro acierto la conc. mecánico-elástica?

2. Piensa. Juicio acerca del pasado histórico, poniéndolo en contraste con lo que le dicen su razón y su experiencia de la realidad.
3. Osa. Momento inventivo del trabajo científico. Osadía mental → invención.
4. Hace. Esto es, experimenta, bien para «falsar», bien para encontrar, bien para ambas cosas a la vez.
5. Valora e interpreta el resultado de lo que hace.

II. Teoría de cada una de esas cinco operaciones: en qué consisten y en qué deben consistir la lectura y la visión, el pensamiento, la osadía mental, la acción experimental del hombre de ciencia, la valoración e interpretación.

Sumariamente, sólo a tres de ellas aludiré.

1. Invención:

a) Contenido de ella:

- idea *a priori* o «teoría» (vigente): Claude Bernard.
- modelo: abstracto, o intuitivo, o mixto. Membrana (Dawson y Danielli, Lehninger...), Gen (Watson y Crick), Mitocondria (Spirin - Gavrilova)... El problema del modelo (Bunge, Black...) = Ver artículo «Biol.» en *Encyclopédie des Sciences et des Techniques*.

b) Sujeto de ella

- persona individual
- mundo de los hombres de ciencia: *officina universalis*

c) Mecanismo de ella

2. Experimentación

- a) El equipo
- b) El mundo: sociología de la experimentación

3. Valoración e interpretación

- Hecho - Ley - Teoría (y ante ésta...)

III. Experimentadores y filósofos de la ciencia.

1. ¿Quién enseña a quién? Contra Bernard Shaw: «El que puede, hace; el que no puede, enseña». Ambos se enseñan entre sí.

- No hay hombres de ciencia puros
- No debe haber teóricos de la ciencia puros.

2. ¿Qué se enseñan uno a otro?

- a) El experimentador: -la insondabilidad de lo real. Weyl - Lakatos (frases precedentes); -la humildad ante lo real; -la pluralidad de los métodos de investigación.

EL EXPERIMENTO BIOLÓGICO DESPUÉS DE CLAUDIO BERNARD

b) El teórico de la ciencia: - valor de la historia; - intelección de lo que hace; - orientación respecto de lo que debe hacer; - nivel, orden, estructura, inform., metafísica.

3. ¿Para qué se enseñan mutuamente?: -para entender el mundo; -para modificarlo.

Propuesta de un homenaje a Xavier Zubiri en 1976-1977: Treinta y cinco años desde:

- Publicación de «Ciencia y realidad»
- Salida de la Universidad hacia su actual navegación.