

¿EXISTE UNA LOGICA DE LA HISTORIA? UN MODELO DE "CIENCIA NORMAL"

JON PEREZ LARAUDOGOITIA

RESUMEN

El trabajo se enmarca en el conjunto de intentos efectuados para precisar o definir un esquema de "lógica de la historia" particularizando la problemática al caso de la historia de la ciencia y en particular a los períodos kuhnianos de ciencia normal. Se postula un modelo teórico capaz de dar cuenta de este aspecto de la dinámica de teorías científicas y dependiente en forma clara de parámetros sólo determinables fenomenológicamente. Adicionalmente el modelo supone hipótesis simplificativas de naturaleza precisa, que pueden ser matizadas en realizaciones más complejas (y realistas) del mismo. Se establece una analogía formal entre la "reacción al cambio" propia de los científicos que trabajan en la "resolución de enigmas" y la "oposi-

ABSTRACT

The purpose of this essay is to limit or define a strategy of the logic of history. It focus on the problematics of history of science and singles out the kuhnian period of normal science. It proposes a theoretical model capable to record this aspect of the dynamics of scientific theories depending in a clear way on lines which can be determined only phenomenologically.

Considering previous models on the same line it offers simplifying hypothesis of precise nature capable of been perfected on more actual and complex realizations. It establishes a formal analogy between the reaction to change proper to scientists working in the solution of enigms and the opposition to change manifested in what in chemical cinetics is call-

ción al cambio" que se manifiesta en lo que en cinética química se llaman disoluciones amortiguadoras de suerte que los modelos empleados para estudiar uno y otro tipo de fenómenos son estructuralmente similares.

Se exploran las limitaciones del modelo para tratar procesos de no equilibrio (que corresponden a cambios revolucionarios de paradigmas) y se concluye con una prueba de la direccionalidad de la historia derivada de los supuestos e implicaciones del mismo.

ed muffling dissolutions in such a way that the models used to study both types of phenomena are structurally the same. The limits of the model to treat the processes of non equilibrium (corresponding to revolutionary changes of paradigms) are explored. It also offers a proof of directionality of history derived from the model I proposed.

Palabras clave: ciencia normal, cinética (química), direccionalidad, equilibrio, estabilidad, inestabilidad, lógica de la (historia), modelo (cinético), paradigma, revolución (científica).

I. Lógica de la historia e historia de la ciencia

Puesto que el objetivo de este estudio no es participar en el controvertido debate filosófico en torno a la naturaleza de las ciencias humanas en general y de la historia en particular no nos proponemos en ningún momento dar cuenta exhaustiva ni siquiera de las principales corrientes de opinión y tesis sostenidas en este ámbito del conocimiento. En lugar de ello plantearemos aquí un número de reflexiones previas que permitan situar lo que haya de venir después en un contexto más o menos definido (si bien no rígido) y que, de alguna manera, puedan legitimarlo.

El término "modelo" utilizado arriba nos compromete ya con un primer punto de vista especial, con una toma de postura que puede determinarse respondiendo a la pregunta: ¿Cuáles son las condiciones para la posibilidad de modelos en las ciencias de la historia? En primer lugar sin duda deben estas ser consideradas desde una perspectiva bien

diferente a aquella, no del todo olvidada hoy, que toma por su objeto la descripción crecientemente precisa de los “hechos históricos”; debemos oponer a las “propuestas descriptivas” en este sentido “propuestas prescriptivas” cuyo contenido normativo abra las puertas a los primeros intentos de explicación. Toda estructura legaliforme constriñe el ámbito de lo posible en una variedad de formas pero el peligro de dogmatismo o mitologización podría evitarse si los profesionales de las ciencias humanas se acercasen a ellas con una dosis adecuada de pragmatismo.

Lo anterior no debe entenderse en el estrecho sentido que considera la explicación histórica como patrimonio de novísimas direcciones de investigación al estilo de la muy polémica “historia teórica”, muy al contrario, es el caso que incluso entre los más vehementes partidarios de la concepción “descriptivista”, como sucedía con aquel famoso personaje que hablaba en prosa sin saberlo, se dan elementos explicativos que presuponen modelos teóricos más o menos rudimentarios. ¿Cómo de otra manera pueden discernirse por ejemplo hechos “relevantes” que merecen ser recogidos de la miríada de detalles considerados “menores”?

Entre las empresas llevadas a cabo con el objetivo consciente y explícito de proporcionar modelos rigurosos y precisos, aunque con una orientación preferentemente sociológica (fundamental sin embargo para ser considerada en el marco más amplio de la historia) cabe destacar las protagonizadas por T. Parsons⁵ y posteriormente por G.C. Homans, W. Buckley, H. Janne, etc. en el marco de la moderna teoría general de sistemas, una disciplina omnicompreensiva que ya ha comenzado a dar frutos en el ámbito de las ciencias de la naturaleza. En un estado mucho más embrionario, que incluso podía tomarse como no más que una esperanzadora declaración de intenciones, habría que citar las perspectivas insólitas abiertas por el estudio de los fenómenos cooperativos y por la termodinámica del no equilibrio principalmente en el ámbito de la obra de I. Prigogine. Por último es de obligada referencia, en una enumeración que no pretende exhaustividad, la teoría de catástrofes de R. Thom, paradigma que incluso en el terreno de la psicología ha aportado nuevas ideas y puntos de vista.

Las orientaciones teóricas que acabamos de mencionar (aunque no solo ellas) representan intentos de “racionalización de la experiencia”;

cuando esta es histórica la racionalización es justamente modelización de la propia historia y es entonces el conjunto coherente de explicaciones que hace posible lo que entendemos aquí por “lógica de la historia”. El término lógica recibe así un uso paralelo al que toma en expresiones como “lógica de la ciencia”, “lógica de la investigación social”, etc. En un sentido más fiel de la palabra “lógica” a sus connotaciones matemático-formales y a cierto status epistemológico concedido (si bien muy discutible) podría entenderse por “lógica de la historia” un sistema alternativo e incompatible con la lógica comúnmente empleada en las ciencias de la naturaleza al estilo en que a veces se ha hablado de “lógica cuántica” (por ejemplo, C.F. von Weizsäcker)⁸. Aquí deploramos totalmente ese uso que, a nuestro entender, ha dejado probada su conflictividad e incompetencia en todos los casos en que se ha pretendido utilizarlo. No obstante, arrojados por una fuerte dosis de convencionalismo podemos tomar como lícito un sentido alternativo de “lógica de la historia” como presentación formal de las características estructurales fundamentales de los procesos históricos en la dirección por ejemplo de mi trabajo en⁶, sin embargo como se dijo más arriba no será el que adoptemos aquí.

En las páginas que siguen se ofrecerá una reconstrucción parcial de la lógica de la historia vinculada esencialmente a la historia de la ciencia, aunque podrá comprobarse que sus resultados centrales son paradigmáticos de todos los procesos históricos (mejor sería decir, de la “resistencia” a esos procesos). Por consiguiente habremos de construir previamente un modelo explicativo (basado en hipótesis precisas simplificadoras) que guarda además cierto “parecido de familia”, según feliz expresión de Wittgenstein, con algunos de los mencionados antes a título indicativo como fácilmente podrá apreciarse. El paradigma de base: la teoría cinética de equilibrio químico.

II. Fundamentos teóricos para una lógica de la historia de la ciencia

Como condición previa a toda tarea de elaboración teórica de una disciplina debemos en primer lugar definir las entidades o “constructos” que han de ser pieza fundamental del trabajo ulterior. Esto es realmente más fácil decirlo que hacerlo, pues el carácter de tales entidades

viene con frecuencia muy determinado por el edificio conceptual en su totalidad (lo que hace del nacimiento de toda disciplina científica una "tarea de gigantes") pero en el caso de la historia de la ciencia parece razonable, por lo menos contando con el alcance limitado que se comprobará tiene este estudio, tomar como tales las propias teorías científicas. En este momento basta con una idea muy intuitiva de lo que una tal teoría es y entre lo que por ellas haya que entender pueden incluirse los paradigmas Kuhnianos³, los programas de investigación de Lakatos⁴, los sistemas históricos de Hübner², etc. Los factores externos que perturban y condicionan su desarrollo pueden incluirse si se desea explícitamente a través de nuevas categorías conceptuales pero para nuestros propósitos esto no será necesario y en su lugar se hará uso, cuando proceda, de parámetros fenomenológicos que los suplanten y reduzcan al mismo tiempo el modelo a proporciones más manejables.

Conviene observar que en términos de teorías científicas pueden definirse en particular tanto datos concretos de condiciones iniciales como leyes de los aparatos de medición (pues ambos presuponen generalmente conjuntos de ellas), lo que posibilitaría el tratamiento histórico del problema de Duhem, tarea que sin embargo no será abordada aquí.

Considerando la historia de la ciencia como un proceso esencialmente dinámico (de "conjeturas y refutaciones", sin que ello nos comprometa con el punto de vista de los racionalistas críticos) puede darse la siguiente descripción cualitativa y paradigmática de una transformación elemental: $T \leftrightarrow t+R$ (*). Con T indicamos una teoría (en sentido amplio) formulada en algún momento y sometida a las refutaciones (ejemplos en contrario) R como consecuencia de las cuales es reformulada en la nueva forma t. Esto no supone la desaparición de T de la escena, pues es posible modificar otras hipótesis auxiliares en orden a invalidar los contraejemplos R y mantener intacta la versión original (estas hipótesis, de naturaleza muy variada, han sido excluidas del esquema anterior por razones de sencillez).

Entenderemos por representación de una teoría la realización concreta de esta en un individuo determinado perteneciente a cierta colectividad a especificar, esto es, la idea de la misma que aquel pueda tener. En estas condiciones defendemos que, a pesar de que una transformación elemental como (*) es en el fondo un proceso socio-cultural

inmerso y definido en una agrupación humana con muchos tipos de relaciones internas, debe entenderse más bien como el resultado de un proceso de interacción de representaciones que como un proceso de interacción entre individuos. La razón es bien sencilla: si tomamos como unidades básicas (que interactúan entre sí) a estos últimos, ¿cómo podemos dar cuenta de una fuente tan importante de transformaciones (*) como son los conflictos entre distintas convicciones mantenidas por una misma persona? Y en el caso de un colectivo en el que todos sus miembros participan al principio de las mismas ideas, ¿cómo explicar de una forma no ad hoc (es decir, no apelando directa y fácilmente a “algún agente externo introducido”) el origen de, a veces profundas, discrepancias? A la primera pregunta sólo podría responderse con un concepto ambiguo y casi vacío de “interacción de un individuo consigo mismo” y la segunda en cambio admite un principio de solución sobre la base de la muy plausible hipótesis referente a la imposibilidad de admitir representaciones escrupulosamente idénticas de una misma teoría en individuos diferentes.

Redefiniremos ahora el concepto de comunidad científica simplemente como el contexto en el que tiene lugar la “interacción de representaciones”, pues se supone que reúne al conjunto de personas que practican determinada rama de la ciencia bajo las prescripciones de idénticos o similares principios metodológicos. Naturalmente sus límites no están estrictamente restringidos a lo que se entiende en cada momento histórico por práctica genuinamente científica, aunque para los propósitos de nuestro estudio no será necesario seguramente ir más lejos.

Ahora resulta adecuado, y como se verá útil, definir la “tasa de presencia” de una teoría T (paradigma, programa de investigación, etc.) como el número de representaciones de la misma en una comunidad científica. Estamos así en condiciones de formular la hipótesis fundamental base de todas las predicciones del modelo en los siguientes términos: la velocidad con que tiene lugar una transformación elemental, esto es, la variación por unidad de tiempo en la tasa de presencia de una teoría que origina dicha transformación es directamente proporcional al producto de las tasas de presencia de las teorías (o teoría) involucradas en el origen de la misma (la formulación para procesos más generales que (*) es inmediata).

Es fácil buscar una justificación intuitiva y directa de la misma en la idea antes apuntada de que toda transformación depende de la interacción de representaciones; cuando la tasa de estas crece, aumentará consiguientemente la probabilidad de interacción, lo que supondrá finalmente una transformación más rápida. Además en el caso por ejemplo de una transformación a partir de dos teorías iniciales distintas el número de procesos de interacción entre representaciones de una y otra por unidad de tiempo es proporcional al producto de sus tasas de presencia y así resultará en consecuencia la velocidad de transformación. No disponemos todavía de una medida precisa para tasas de presencia puesto que tampoco se ha especificado la forma de introducir cuantitativamente la idea de comunidad científica, podríamos tomarla por ejemplo como el número de sus miembros (en cuyo caso aquellas serían números menores que la unidad). Sin embargo no será necesario tomar una decisión en este punto si, como es el caso, adoptamos la hipótesis simplificadora que consiste en suponer una distribución homogénea de las representaciones de teorías o a lo sumo heterogeneidades despreciables en primera aproximación; en estas condiciones la unidad respecto a la que se refiera el número de representaciones para obtener una tasa modificará sólo el valor de algunas constantes involucradas en la transformación (*) pero no la dinámica de la misma.

A partir de aquí cabe utilizar planteamientos más realistas, que nosotros no exploraremos, y postular formas especiales de distribución de las representaciones, seguramente sobre la base de métodos semiempíricos, que puedan dar cuenta de un número progresivamente mayor de procesos conocidos en la historia de la ciencia. La conveniencia de esos desarrollos ha de depender del éxito conseguido por nuestra grosera aproximación en el ámbito de sus limitadas posibilidades, y en lo que sigue trataremos de demostrar que este es significativo. Lo que estamos proponiendo es pues más un programa de investigación que una teoría aislada.

III. Hipótesis adicionales y “mecanismos detallados”

Utilizaremos en este apartado la hipótesis fundamental enunciada en el anterior para derivar resultados más precisos contrastables en úl-

tima instancia con el “terreno de experimentación” que es la historia de la ciencia. La velocidad de transformación para el proceso $T \rightarrow t+R$ puede escribirse según ella como $V_d = c [T]$, donde “c” es una constante apropiada y con $[T]$ indicamos la tasa de presencia de T. Análogamente, para el caso de $t+R \rightarrow T$ se puede escribir $V_i = c' [t] [R]$. En el equilibrio $V_d = V_i$ o sea $c[T] = c'[t] [R]$ de donde $K = c/c' = [t] [R]/[T]$ siendo K una constante (dependiente de la transformación considerada) que llamaremos “característica”.

Esto no parece en absoluto adecuado a nuestros fines pues parece implicar un equilibrio estático final que impide toda progresión en la ciencia y, en particular, la adquisición de nuevas teorías a costa de las viejas. Una teoría establecida en algún momento de la historia habría de ser eterna, aunque acompañada siempre por una variable tasa de presencia de refutaciones R ¡predicción del todo irreal! Paliaremos este defecto con nuevas hipótesis establecidas. La primera de ellas parte de la observación de que la interacción de representaciones no es el único modo de regenerar la presencia de T vía la transformación $t+R \rightarrow T$; esto sólo sería cierto si pudiera hablarse de refutaciones en sentido absoluto e independiente de las teorías concretas a las que puedan ir dirigidas; para expresarlo mejor, si un contraejemplo r para una teoría T fuera tan inevitable e irreversible como la “degradación de la energía” (una supersimplificación falsacionista de corte popperiano muy característica); pero en realidad las cosas son más complicadas y cualquier realización concreta de una falsación va acompañada de un conocimiento profundo tanto de la teoría supuestamente falsada como de las múltiples “estratagemas” que pueden esgrimirse para salvarla. Así pues, es razonable que la regeneración de T pueda ser coadyuvada por el proceso $R \rightarrow T$ superpuesto a $t+R \rightarrow T$ con lo cual a $V_i = c'[t] [R]$ es preciso añadirle el término $V_i = c''[R]$ (con c'' otra constante) para dar $V_i = c'[t][R] + c''[R]$. Entonces, de $c'[t][R] + c''[R] = c[T]$ se obtiene para la constante característica $K = c/c'$ del proceso (*) el valor $K = ([t] + K')[R]/[T]$ donde $k' = c''/c'$ será el llamado “factor de transformación”.

Observar que ni $R \rightarrow T$ ni $T \rightarrow t+R$ se basan en la interacción de representaciones; podrían ser llamados “monomoleculares”.

La segunda hipótesis establece que el equilibrio estático deducido a partir de la constante característica puede ser estable o inestable dependiendo de la relación entre la tasa de presencia de una teoría T y

la de sus refutadores y que la probabilidad de que se produzca una convulsión en el sistema con transición a un estado de no equilibrio, que por consiguiente ya no puede ser descrito a través de ninguna constante característica, es proporcional a la medida de esa inestabilidad. A tal efecto se introduce el "factor de inestabilidad" I para la teoría T en la forma $I = 2/1+[T]/[R]$, donde las tasas de presencia se toman por supuesto en el equilibrio. Para $[T] \approx [R]$ es $I \approx 1$ y puede calificarse esta situación de "crítica", para $I > 1$ la inestabilidad es predominante mientras que si $I < 1$ el equilibrio tiene lugar en condiciones estables (en realidad esta última es una afirmación hipotética y temeraria que no tenemos necesidad de mantener, la probabilidad de transición sí habrá de ser una función creciente de I pero no necesariamente lineal, este es otro punto donde la investigación empírica sería muy deseable para "cerrar" el modelo).

De momento no nos ocuparemos de considerar los estados de no equilibrio (unas breves indicaciones sobre ellos se dan en el último apartado) pero serán útiles para lo que sigue unas cuantas definiciones nuevas. Se dirá que una teoría T es fuerte cuando su constante característica tiene un valor relativamente próximo a 0 (efectivamente, entonces la extensión del proceso $T \rightarrow t+R$ es casi nula) y débil cuando este es relativamente mayor que la unidad (pues $R \rightarrow T$ y $t+R \rightarrow T$ serán ahora despreciables). Por tasa- T de presencia indicaremos la tasa de presencia de la teoría T en la situación de no equilibrio inicial en la que $[R] = 0$ (no sería este un concepto vacío aun cuando se aceptase el punto de vista según el cual todas las teorías nacen refutadas, pues en cualquier caso la condición relevante es que ninguna representación de R haya sido originada a partir de una representación de T). Por último se llamará magnitud reducida de otra " m " a la definida como cociente entre " m " y la tasa- T de presencia (todos estos términos están bien definidos en principio sólo para la transformación $(*)$ pero aquella es lo suficientemente general como para que su utilidad no se vea menoscabada por ello). Designaremos la constante característica y el factor de transformación reducidos respectivamente por " a " y " f ".

Hasta aquí nos hemos ocupado de presentar las bases teóricas de nuestra aproximación cinética a la dinámica de teorías científicas desde una perspectiva algo abstracta; en los apartados que siguen nos aplicaremos exclusivamente a estudiar sus implicaciones concretas, excluyendo los desarrollos técnicos (sencillos por otro lado) que oscurecerían la exposición.

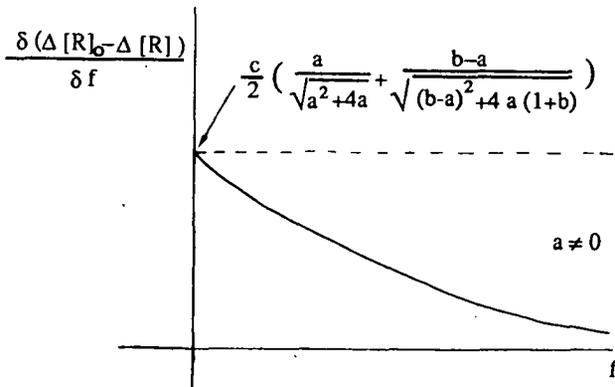
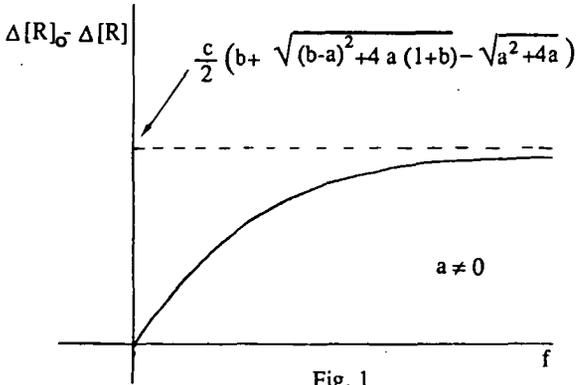
IV. ¿Cómo es posible la “ciencia normal”? Procesos retardados en la historia de la ciencia

Consideremos una comunidad científica en una hipotética situación de equilibrio respecto al proceso $T \leftrightarrow t+R$ (sin prejuzgar el tiempo que pueda permanecer en este estado) a la que se perturba por medio de un incremento súbito “d” en la tasa de presencia de R. Esto supone que las realizaciones que contribuyen a “d” deben proceder bien de la propia comunidad, aunque no a partir de representaciones de T, bien del exterior de la misma por un mecanismo de captación (por ejemplo de individuos) que no es difícil imaginar. Puesto que la coexistencia de T, t y R está regulada por la constante característica, si denotamos por “b” a la perturbación reducida entonces se puede demostrar que la variación resultante en la tasa de presencia de refutadores viene dada por:

$$\Delta[R] = c/2 \left(-\sqrt{(a+f)^2+4a+b} + \sqrt{(b-(a+f))^2+4a(1+b)} \right)$$

donde c es la tasa-T de presencia. Designemos por $\Delta[R]_0$ el valor de esta magnitud para el caso de factor de transformación nulo y estudieemos el comportamiento de la función $\Delta[R]_0 - \Delta[R]$. No obstante es preciso señalar que el valor de “d” debe ser lo suficientemente pequeño como para no contribuir en forma apreciable a la variación (disminución) en las tasas de presencia de T y t por efecto del aumento en el “tamaño” de la comunidad científica (recordar que más arriba dejamos indeterminada la medida de ese “tamaño”, lo cual no es un inconveniente aquí) y esto se debe tener muy presente a la hora de interpretar los límites $b \rightarrow \infty$ a los que nos referiremos en lo que sigue.

Las figuras 1 y 2 representan la diferencia en la variación de la tasa de refutadores, $\Delta[R]_0 - \Delta[R]$, y su derivada parcial respecto a f como funciones del factor de transformación reducido. Se observa que cuanto mayor es f tanto más se incrementa la diferencia en cuestión, lo cual podía preverse en vista de la creciente importancia que el proceso $R \rightarrow T$ pasa a tomar. Esto conduce a retardar la evolución de T en cuanto que reduce la presencia de sus contraejemplos entre los miembros de la comunidad científica, y lleva a conclusiones interesantes como veremos.



En las figuras 3 y 4 se han dibujado $\Delta[R]_0 - [R]$ y $\delta(A[P]_0 - [P]) / \delta b$ como función de la perturbación reducida "b". Evidentemente sólo dan cuenta de la situación real siempre que b no sea excesivamente grande (salvo que la tasa-T sea muy pequeña). El efecto de retardo crece con b, esto es, cuanto mayor sea la perturbación tanto mayor es la diferencia de comportamiento entre el auténtico proceso y el caso ficticio que corresponde a $K' = 0$.

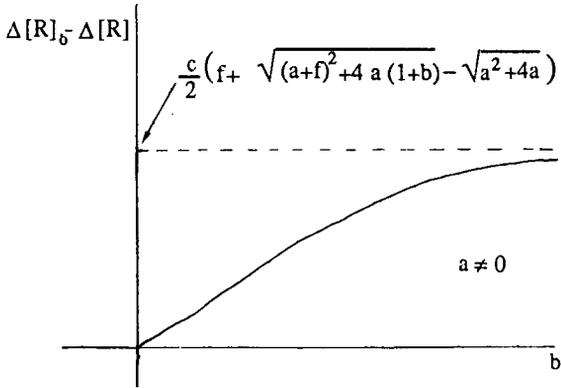


Fig. 3

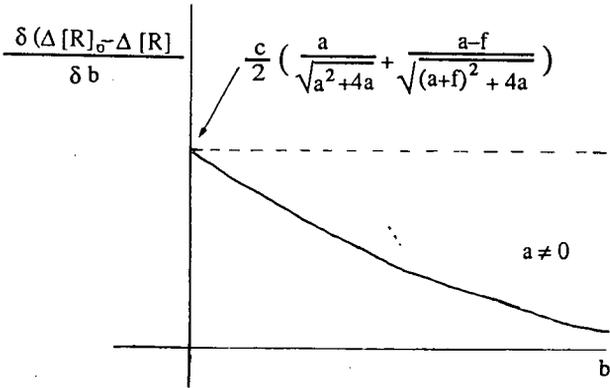


Fig.4

Finalmente las figuras 5 y 6 representan la variación de $\Delta[R]_b - \Delta[R]$ frente a constante característica reducida en los dos casos ($b \geq f$ ó $b \leq f$) que pueden presentarse. Cuanto más débil es una teoría T ($K \rightarrow \infty$) tanto menos efectivo es el mecanismo de retardo vía $R \rightarrow T$ y la diferencia entre postularlo o suprimirlo se hace cada vez más insignificante. Esto es deseable por cuanto indica que en la evolución de las teorías científicas no debe ser posible estabilizar aquellas que sean "muy contestadas" por la comunidad científica.

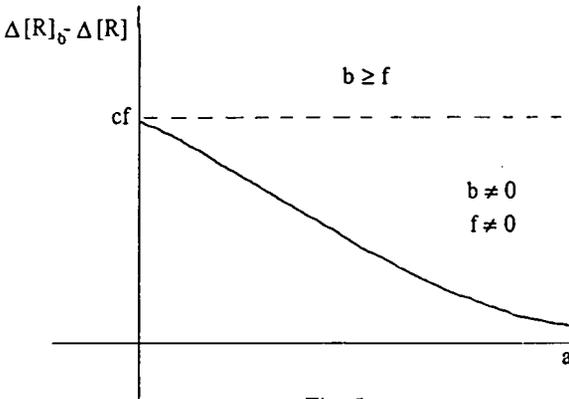


Fig. 5

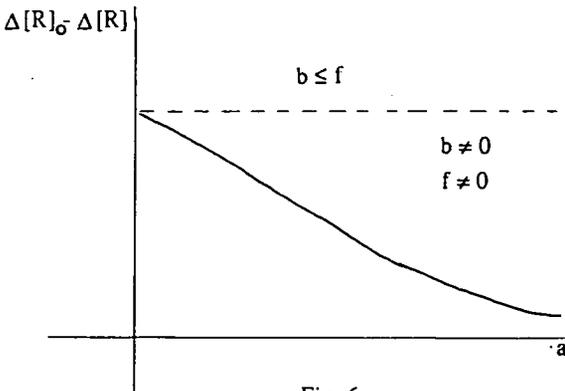


Fig. 6

Ahora estamos perfectamente capacitados para entender el papel que el término Kuhniano “ciencia normal” juega en la historia de la ciencia y las condiciones precisas en las que estos períodos de estabilidad son posibles. Utilizaremos el término paradigma en lugar de “teoría” con el fin de crear un contexto más adecuado para el concepto de “ciencia normal”. Puesto que hemos postulado para aquellos un factor de transformación positivo cualquier incremento en su seno de la tasa de refutaciones es contrarrestado inmediatamente por los procesos que subyacen al equilibrio inicial de forma que la aceptación del mismo apenas se ve amenazada por la aparición de ejemplos en contrario. Tan solo si la presencia de estos no es razonablemente limitada resulta imposible conservar las condiciones iniciales sin tender a un aumento apreciable de la aceptación de contraejemplos. Los períodos “ciencia normal” no son pues sino lapsos de tiempo durante los cuales el poder amortiguador del factor de transformación es verdaderamente efectivo, de suerte que las opiniones comúnmente aceptadas no se ven sensiblemente resentidas por la aparición en escena de refutaciones incluso determinantes. De esta manera el mecanismo que hemos postulado puede considerarse en un ámbito mucho más general, toda “resistencia al cambio” puede venir explicada (al menos en sus aspectos cualitativos) por medio de él de suerte que tanto el “instinto conservador de la mayoría silenciosa” en la vida política como por ejemplo el curioso fenómeno de la percepción de incongruencias en psicología (ver J.S. Bruner y L. Postman)¹ se asemejan en sus características esenciales a los períodos “normales” que tienen lugar en la historia de la ciencia.

Aquí se vislumbra una distinción importante y significativa: un paradigma con factor de transformación nulo no es suficientemente estable como para permitir un tiempo de “ciencia normal”, pero ello no quiere decir que sea débil, la constante característica puede ser lo suficientemente pequeña como para que el mismo esté en un principio poco cuestionado. Sin embargo, un ligero incremento de $[R]$ no puede ser casi en absoluto compensado y se llega con rapidez a la situación en la que un número considerable de miembros de la comunidad científica sostiene “pruebas” en contra suya. Esto sólo puede evitarse para $K' \neq 0$. De hecho, la teoría que hemos desarrollado formaliza para $K' = 0$ las concepciones de la escuela de tradición Popperiana⁷ en la historia de la ciencia; al eliminar la posibilidad de anular la presencia súbita de refutaciones cualquier perturbación de esta naturaleza repercu-

te de inmediato en la estabilidad del grupo multiplicando la probabilidad de que el paradigma sea definitivamente rechazado por la acumulación excesiva de contraejemplos. La aportación de Kuhn ha consistido en sustituir el presupuesto $K' = 0$ de Popper por la hipótesis, más realista, $K' > 0$.

V. ¿Cómo es posible la “ciencia normal”? La estabilidad de paradigmas en la historia de la ciencia

En el apartado III introdujimos el factor de inestabilidad I como dependiente del cociente $[T]/[R]$ Sin embargo en el IV se ha hablado en más de una ocasión de la “estabilidad de un paradigma” sobre la base del aumento en la tasa de presencia de refutaciones del mismo. ¿No puede este proceder conducirnos a contradicción si se da el caso de que [T] aumenta también en tal medida que incluso I pueda disminuir a pesar del incremento de [R]? Que este no es el caso se verá ahora explícitamente considerando las variaciones que sufre el parámetro I independientemente para cada una de las magnitudes reducidas pertinentes de las que depende.

Las cuatro figuras que siguen corresponden al caso particular (Popperiano) en el que $K' = 0$. ΔI_0 representa la variación en el índice de estabilidad del paradigma T como consecuencia de una perturbación en la tasa de presencia de R e I_0 el índice final tras el mismo proceso. Se han obtenido a partir de las relaciones, que no demostraremos aquí,

$$I_f = \frac{2}{c+d} ([R] + \Delta [R]) \qquad \Delta I = \frac{2}{c(1+b)} (\Delta [R] - b [R])$$

particularizándolas al caso $[R] = [R]_0$ y por consiguiente $\Delta [R] = D [R]_0$. Se observa en particular que I_0 es función estrictamente creciente de la perturbación reducida “b”, lo que es una indicación en favor de nuestra conjetura implícita del apartado III.

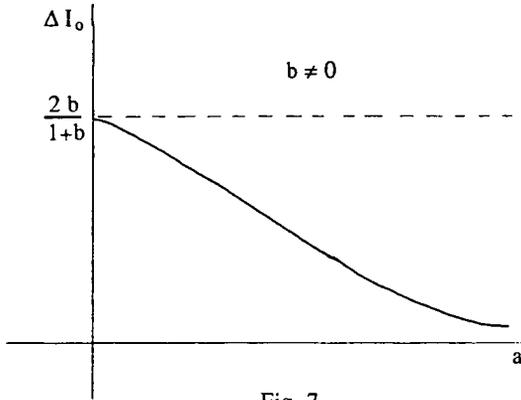


Fig. 7

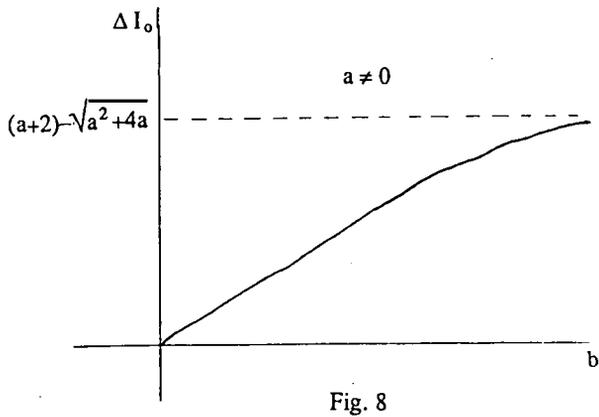


Fig. 8

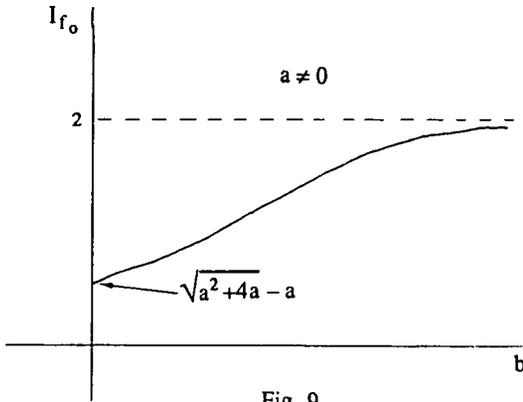


Fig. 9

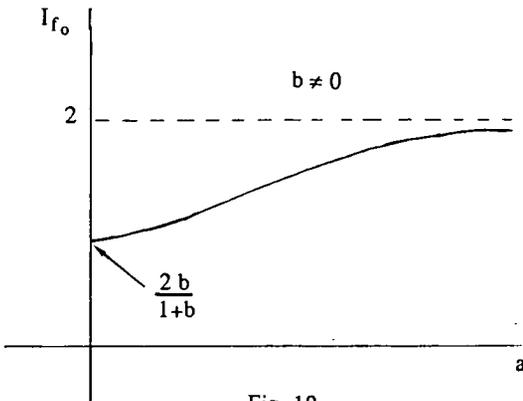
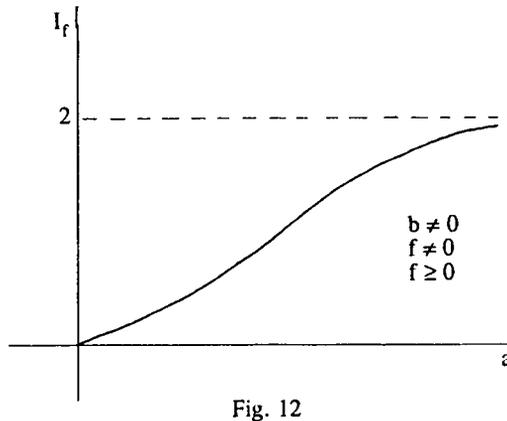
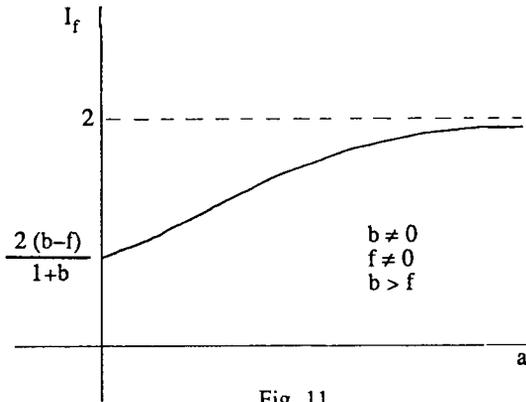


Fig. 10

Procediendo más realísimamente ($K' \neq 0$) se puede estudiar el comportamiento de ΔI e I_f como se ha hecho en las figuras anteriores. La evolución de ΔI es análoga a la presentada para ΔI_0 ; no es necesario detallarla. En cuanto a I_p como función de "a" da lugar a dos situaciones posibles cuya interpretación (muy natural) se deja al lector:



Como función de “f” y “b” origina las gráficas de las figuras 13 y 14. La primera de ellas es muy interesante por cuanto muestra cómo el índice de inestabilidad de un paradigma, para una perturbación reducida especificada, disminuye (por supuesto, relativamente a su valor en el “caso Popperiano”) con el aumento del factor “f”. La segunda prueba de manera concluyente y definitiva la adecuación de la conjetura antes referida.

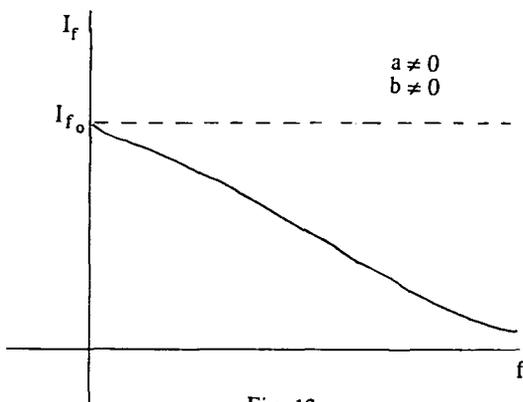


Fig. 13

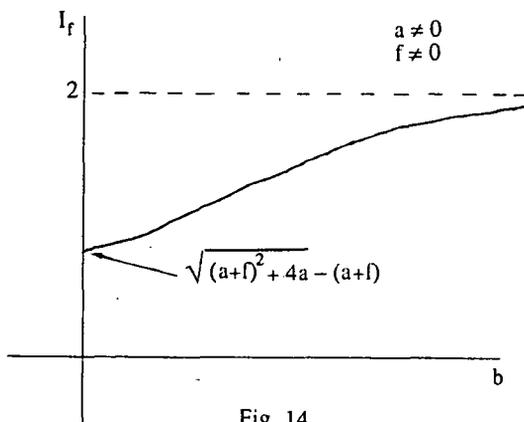


Fig. 14

Tómese ahora en consideración el caso de un “paradigma fuerte” (por consiguiente $[T] \gg [R]$) con un factor de transformación reducido nulo. A pesar de su carácter inicial estable pueden obtenerse incrementos negativos apreciables de $[T]/[R]$ con variaciones relativamente pequeñas de $[R]$ lo que supone un aumento en el valor del índice de inestabilidad I que puede llegar a ser importante. El paradigma en cuestión se hace rápidamente inestable (en general mucho más rápidamente que en el caso $f \neq 0$) y será llamado “paradigma ad hoc”.

Sin embargo dado que el término “paradigma” presupone cierta continuidad histórica (vía justamente los períodos de ciencia normal que ahora no existirán) la designación “teoría ad hoc” parece mucho más adecuada. De esta manera hemos hallado una caracterización teórica precisa en nuestro modelo de lo que en la práctica científica usual, y en la reflexión filosófica sobre ella, son llamadas “teorías ad hoc”: formulaciones que pueden dar cuenta de las anomalías conocidas hasta el momento en que son construidas pero que pronto sucumben a nuevas contrastaciones defraudando con rapidez las esperanzas depositadas en ellas.

Contrariamente, cuando el factor de transformación es alto $[T]/[R]$ es más estable en su valor grande y el paradigma tardará mucho más tiempo en inestabilizarse, originando así un período más o menos extenso de relativa calma que es denominado “ciencia normal”.

Si el paradigma es “débil” ($[T] < < [R]$), I es ya de por sí elevado con lo que la inestabilidad es permanente e independiente de perturbaciones externas. También ahora resulta semánticamente más correcto hablar de “teoría débil”. Todas las teorías débiles son inestables, pero no todos los paradigmas fuertes son estables.

Con lo que hemos visto hasta aquí y pese a que nuestras caracterizaciones son puramente formales es fácil adivinar el contenido de la práctica científica durante las etapas “normales”. Dado que la comunidad científica no llega a cuestionarse seriamente la validez del paradigma con el que trabaja, sus intereses se dirigirán más bien a completarlo y adecuarlo en todos los detalles posibles. Los contraejemplos que regularmente van apareciendo no llegan a alarmar nunca, o bien resulta posible adaptarlos a la corriente ortodoxa de pensamiento o en otro caso son dejados de lado utilizando infinidad de estratagemas “legales”. Así la tarea del científico consiste en “resolver enigmas”. Pero con el paso del tiempo sucede que $[R]$ va creciendo (en el mejor de los casos muy lentamente) y habrá de llegarse al punto en el que sobrepasa la inestabilidad crítica. Cuando esto tiene lugar la probabilidad de que se destruya el estado de equilibrio, debido al fuerte peso de la tasa de refutadores (enigmas que “se resisten a ser resueltos”) es muy próxima a la unidad con el consiguiente incremento brusco de $[R]$ y la disminución igualmente pronunciada de $[T]$. Este último proceso viola evidentemente la constante característica de la transformación (*). Por lo

tanto la dinámica real no puede ya estudiarse con el modelo cinético que hemos construido en este trabajo. No obstante en el próximo apartado veremos que aún es posible decir algo más sobre estas verdaderas “revoluciones científicas”.

VI. Algunas indicaciones sobre las “revoluciones científicas”. Direccionalidad de la historia

Aunque ya hemos advertido que la transformación acelerada correspondiente a un cambio de paradigma no puede estudiarse desde la perspectiva del equilibrio, es posible no obstante retocar en algún punto el modelo construido páginas atrás (además de una manera realista) de forma que podamos acercarnos a ella en mayor medida. Esto nos permitirá contemplar mejor, pero a distancia, en qué consiste una revolución científica.

En los apartados anteriores hemos tomado en consideración una única transformación (*) de suerte que el paradigma T engendraba finalmente el nuevo t tras un período de ciencia normal. Veremos a continuación que se puede obtener un mayor rendimiento explicativo de nuestro modelo de equilibrio adoptando la hipótesis de que en general el número de “paradigmas posibles” es mayor que la unidad de suerte que hay que considerar simultáneamente “n” transformaciones (*): $T \leftrightarrow t_1 + R \quad T \leftrightarrow t_2 + R \quad \dots \quad T \leftrightarrow t_n + R \quad | < n$. Además también supusimos que la velocidad del proceso directo $T \rightarrow t + R$ podía escribirse como $V_d = c [T]$, pero en su lugar postularemos ahora una constante adicional K_2 de forma que $V_d = c([T] + K_2)$. Que este punto de vista es más realista se ve sin más que considerar que la tasa de presencia de R o de t puede no ser nula aun cuando en la comunidad científica nadie esté ya dispuesto a defender el paradigma inicial T. No obstante los desarrollos de los apartados previos permanecen válidos sin más que tener en cuenta que la tasa de presencia de T allí debe ser virtual, de valor $[T] + K_2$.

¿Cómo se pueden contemplar ahora las revoluciones científicas? En el momento crítico (dónde situarlo es algo que no puede decir nuestro modelo) una de las “n” teorías en competencia acaba reclamando

la atención exclusiva o casi totalmente preferente de los científicos, llamémosle t_i . Entonces $[t_j] \rightarrow 0 \quad j \neq i \quad 1 \leq j \leq n$ y para mantener el equilibrio de cada transformación $T = t_j + R$ debe disminuir $[T]$ y aumentar $[R]$ con lo cual $[T]/[R]$ se hace más pequeño y crece por consiguiente el coeficiente de inestabilidad I . Además, puesto que $K_2 \neq 0$, es posible incluso que sea $[T] = 0$ compatible con la constante característica de $T = t_j + R$, de manera que $I = 2$ y la probabilidad de transición a la teoría t_i (que ahora se convertirá en el nuevo paradigma) es prácticamente la unidad, asegurándose la existencia de una “revolución científica”.

La descripción efectuada viola claramente la constante característica del proceso $T = t_i + R$ pues $[t_i]$ aumenta en perjuicio de los $[t_j]$ y también lo hace $[R]$, mientras que $[T] \rightarrow 0$. Pero aunque no nos hemos librado de la presencia de “rupturas del equilibrio”, la hipótesis sobre la competencia de teorías rivales originadas por un paradigma nos ha permitido situar aquellas “un paso más atrás” con lo cual hemos ganado terreno para nuestro modelo cinético. De esta forma queda legitimada, y permite entender con mayor detalle los prolegómenos, ya anunciados por Kuhn, de un cambio revolucionario de paradigmas. Además haciendo desde el principio $[T] = 0$ lo que queda recogido es el nacimiento del primer paradigma científico a partir simplemente de un caos inicial de escuelas en conflicto, sin ninguna necesidad de considerar a estas como resultado de un previo estado de crisis.

La hipótesis $K_2 \neq 0$ tiene una consecuencia adicional que merece ser reseñada: al permitir estados en los que $[T] = 0$ sin violar la constante característica introduce un carácter unidireccional en la evolución de las teorías científicas. Efectivamente $[t_i] = [R] = 0$ es incompatible con la condición de equilibrio, de forma que la tasa de presencia de t_i y R no puede ser nula, a pesar de que $[T] = 0$, pero no viceversa. Esto hace que nunca tenga lugar una evolución “hacia atrás” en la que se repite la historia del pensamiento científico en sentido inverso e introduce pues una “flecha del tiempo”. Naturalmente se supone que T es el resultado revolucionario de un paradigma previo cuya tasa de refutaciones carece ya de relevancia, y que t_i coexiste al principio con las t_j en un equilibrio determinado, como es fácil de ver, por las constantes características de los procesos $T \leftrightarrow t_k + R$ con $1 \leq k \leq n$.

BIBLIOGRAFIA

- 1 J.S. BRUNER Y L. POSTMAN. *On the Perception of Incongruity: A Paradigm*. Citado en (3).
- 2 K. HÜBNER. (1981). *Crítica de la razón científica*, 1ª ed. Barcelona. Alfa.
- 3 T.S. KUHN (1977). *La estructura de las revoluciones científicas* 1ª ed. (2ª reimpr.). Madrid, Ediciones F.C.E. España.
- 4 LAKATOS y A. MUSGRAVE (1975). *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. 1ª ed. Barcelona. Grijalbo.
- 5 T. PARSONS, E. SHILS, K. NAEGELE, J. PITTS (1961). *Theories of Society*. Vol. 1, 1ª ed. Nuevo York. The Free Press of Glencoe, Inc.
- 6 J. PEREZ LARAUDOGOITIA. *Hacia una lógica de la preferencia de teorías científicas*. Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias (1984). San Sebastián (en prensa).
- 7 K.R. POPPER (1963). *Conjectures and refutations*. 8ª ed. Corregida. Londres. Routledge and Kegan Paul.
- 8 C.F. WEIZKÄCKER. (1958) *Zum Weltbild der Physik* 7ª ed. Stuttgart. S. Hirzel Verlag.