

MODELOS DE CAMBIO CIENTÍFICO A PARTIR DE LA SELECCIÓN NATURAL: ANÁLISIS Y PROPUESTAS

JOSÉ ALSINA CALVÉS
IES “Galileo Galilei”, Barcelona

RESUMEN

En el contexto de la pluralidad metodológica y discursiva de la filosofía de la ciencia, el autor busca un método de síntesis que le permita el estudio y el análisis de la estructura y el cambio científico en periodos históricos concretos y determinados. Para ello pasa revista a las distintas propuestas, desde el positivismo lógico a la epistemología evolutiva, con especial atención al modelo de las Tradiciones de Investigación, propuesto por Larry Laudan y a los distintos modelos de la Selección Natural. Al final se presenta un modelo propio como síntesis de algunos de los estudiados.

ABSTRACT

In the context of the methodological and discursive plurality of the philosophy of science, the author looks for a synthesis method that enables him to study and analyse the structure and the scientific change in concrete and determinate historical periods. So he reviews different proposals, from the logical positivism to the evolutionary epistemology, paying special attention to the model of Investigation Traditions, by Larry Laudan and to the different models of Natural Selection. In the end an own model is presented as a synthesis of some of the studied ones.

Palabras clave: Cambio conceptual, Filosofía de la ciencia, Gestáltico, Interactor, Lenguaje fiscalista, Linaje, Paradigma, Positivismo lógico, Población conceptual, Programa de investigación, Replicador, Selección natural, Tradición de investigación.

Key words: Conceptual change, Philosophy of science, Gestaltic, Interactor, Physicalist language, Lineage, Paradigm, Logical positivism, Conceptual population, Investigation programme, Replier, Natural selection, Investigation tradition.

Introducción

La filosofía de la ciencia es un metadiscurso que se ocupa de la actividad científica, de la producción de conocimiento, de la estructura del mismo así como del cambio conceptual. Entendemos que la filosofía de la ciencia no puede hacerse en el vacío, sino que debe referenciarse en un discurso científico concreto, y por tanto la entendemos vinculada al desarrollo de la ciencia en periodos históricos determinados.

La filosofía de la ciencia es una disciplina que goza de una gran pluralidad metodológica, axiológica y discursiva. Es por tanto imprescindible que antes de iniciar propiamente nuestro trabajo nos dotemos de un método concreto, y para ello es necesaria una revisión, aunque sea somera, de las diversas propuestas discursivas que encontramos de la filosofía de la ciencia. De estas propuestas haremos especial énfasis en aquellas que utilizan la analogía de la selección natural, y sintetizando diversos aspectos de las mismas expondremos nuestro modelo.

El círculo de Viena

Para muchos autores [ECHEVERRIA, 1999, p. 17] la filosofía de la ciencia como disciplina nace en 1922, cuando la cátedra de filosofía de las ciencias inductivas en la Universidad de Viena fue ocupada por Moritz Schlick. En torno a ella se constituirá el llamado Círculo de Viena, primera gran escuela de Epistemología y Teoría de la Ciencia.

La nueva corriente filosófica que alumbró el Círculo de Viena aspiraba a desarrollar una nueva forma de positivismo (el *positivismo lógico*) mucho más elaborado filosóficamente que el definido por Comte y sus seguidores, basado en la lógica, e influido muy directamente por los *Principia Mathematica* de Whitehead, así como por Bertran Russell [BARONA, 1994, p. 30].

A pesar de las diferencias existentes entre los miembros del Círculo (Philipp Frank, Otto Neurath, Hans Hahn, Moritz Schlick, Rudolf Carnap, Erwin Schrödinger, Kurt Gödel) todos coincidían en un objetivo común: edificar una filosofía científica que fuera el sustento de una concepción científica del mundo, que se oponía frontalmente a la *Naturphilosophie* que había predominado en Alemania, rechazando la especulación metafísica sobre las ciencias [ECHEVERRIA, 1999, p. 18].

En 1926 surgió la Sociedad «Ernst Mach», formada por estos mismos autores, cuyo nombre revela la deuda intelectual con el gran físico y epistemólogo que había ocupado la misma cátedra de Schlick desde 1895. En 1929 publicaron un Manifiesto, obra de Carnap, Neurath y Hahn, y organizaron su primer congreso

internacional en Praga, que tuvo continuidad en las reuniones de Königsberg, Copenhague, otra vez Praga, París y Cambridge.

Pronto los vieneses estrecharon sus relaciones con el círculo de Berlín (Reichenbach, Hempel.), con los lógicos de Varsovia (Lukasiewicz, Tarski), con la escuela de Copenhague de mecánica cuántica, con psicólogos conductistas (Skinner), y tuvieron a Rusell, Wittgenstein y Eistein como sus mentores principales. En 1930 se fundó la revista *Erkenntnis* como portavoz oficial de la escuela, dirigida por Carnap y Reichenbach.

De forma sucinta, las grandes propuestas del positivismo lógico serían:

- *La Unificación de la Ciencia.* En la tradición iniciada por Mach sus posturas son netamente contraria a la metafísica, particularmente a las tendencias como las de Hegel o Heidegger. Para llevar a cabo esta unificación era necesario elaborar una *filosofía científica*, que la fue la tarea principal que afrontaron Carnap y Reichenbach. En la convocatoria de la Preconferencia de Praga, en 1934, cuyo objeto era preparar el Primer Congreso Internacional sobre Ciencia Unificada, este objetivo se señaló como general para todas las ciencias, y no solo para la matemáticas y la física. Se convocó a científicos de diversas disciplinas para reflexionar sobre la unidad de la ciencia y la manera de lograrla: los problemas lógico-sintácticos, los de la inducción y la probabilidad, las aplicaciones de la lógica a otras disciplinas, la sociología científica y la historia de la ciencia eran señaladas explícitamente como ámbitos de trabajo del Congreso, aunque la historia de la ciencia fue poco investigada por el Circulo de Viena.
- *El Lenguaje Fisicalista.* Se basaba en proposiciones expresadas en lenguaje observacional, y con la misma forma lógica para todas las ciencias empíricas. Según Carnap [1932, p. 171] el lenguaje fisicalista era un lenguaje universal, es decir, un lenguaje al que podía traducirse cualquier proposición. Una característica fundamental del lenguaje fisicalista son las *proposiciones protocolares*, que fueron estudiadas por Neurath [1932]. La ciencia unificada consta de proposiciones protocolares y no protocolares, y unas y otras son de tipo fáctico. Las protocolares se distinguen por su forma lingüística, como por ejemplo: «Protocolo de Otto a las 3.17: (la forma lingüística del pensamiento de Otto a las 3.16 era: a las 3.15 había en el cuarto una mesa percibida por Otto)». Las leyes científicas y, en general, los enunciados de la ciencia, surgirán a partir de las proposiciones protocolares por vía inductiva. La afirmación del papel metodológico de la inducción es una de las características principales del Círculo de Viena, así como del de Berlín.

- *El Criterio Empirista del significado.* La distinción entre ciencia y metafísica se basa en un criterio epistemológico de significatividad cognoscitiva. Entre todos los enunciados posibles hay dos propiamente científicos: las proposiciones analíticas o contradictorias y las que pueden ser confirmadas por la experiencia. Las primeras recogen los enunciados de las matemáticas y de la lógica, que, para los positivistas lógicos no son ciencias empíricas. En las ciencias que poseen contenido empírico, todos y cada uno de sus enunciados han de ser confirmables, al menos en principio, por la experiencia. La verificabilidad pasa a ser el criterio para distinguir las ciencias empíricas de otros tipos de saber. Un enunciado es científico si es verificable, y para ello sus términos han de tener significado empírico.
- *Contexto de descubrimiento y contexto de justificación.* Esta distinción fue propuesta por Reichenbach en 1938, y, por tanto forma parte del bagaje ideológico del Círculo original, aunque cobraría más importancia a partir de los años 70, después del giro historicista propugnado por Kuhn, como una de las características distintivas de aquellos autores que se consideraban herederos del Círculo de Viena, agrupadas en la llamada *received view*, (concepción heredada). Para Reichenbach los epistemólogos no debían ocuparse de los procesos científicos reales, sino elaborar reconstrucciones lógicas de los mismos, ateniéndose exclusivamente a factores internos [ECHEVERRÍA, 1999, p. 39]. Este era el contexto de la justificación. En el caso de Kepler, mencionado por Reichenbach, la analogía entre la Santísima Trinidad y el sistema solar le sirvió para desarrollar sus investigaciones, pero la teoría final, empíricamente justificada, no tiene nada que ver con las especulaciones teológicas. La génesis de las teorías no es relevante desde el punto de vista epistemológico: es el contexto del descubrimiento, del cual se ocupan historiadores y psicólogos.

En los años inmediatamente anteriores a la Segunda Guerra Mundial, y por razones políticas, se produce la dispersión del Círculo de Viena. Pero el programa del empirismo lógico siguió desarrollándose principalmente en los países anglosajones, donde habían emigrado la mayoría de los miembros del Círculo, donde fue la tradición dominante hasta finales de la década de los 50. El representante paradigmático de esta concepción heredada es Hempel [1969; 1963].

El giro historicista

La publicación en 1962 de la obra de Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, (en adelante ERC) [KUHN, 1975] marcó una nueva etapa en la filosofía de la ciencia y en los estudios sobre la ciencia en general. La obra de Kuhn

tiene un doble interés: por una parte propone su propio modelo de cambio científico, pero por otra parte marca un hito, un cambio profundo en los estudios sobre la ciencia, el *giro historicista*, de tal manera que incluso los autores que desarrollaran modelos alternativos (Lakatos, Laudan, etc.) y que criticaran aspectos del pensamiento kuhniano, compartirán con él algunos elementos fundamentales.

Estos elementos fundamentales que caracterizan el giro historicista serán:

1. La historia de la ciencia es la principal fuente de información para construir y poner a prueba los modelos sobre la ciencia.
2. No hay una única manera de organizar conceptualmente la experiencia.
3. Las teorías científicas se construyen y se evalúan siempre dentro de marcos conceptuales más amplios: los *paradigmas* o *matrices disciplinares* de Kuhn; los *programas de investigación* de Lakatos; las *tradiciones de investigación* de Laudan, serían ejemplos de estos marcos conceptuales.
4. Los propios marcos conceptuales cambian. Aunque son estructuras con una vida media más larga que sus teorías asociadas, en ninguna manera son entidades fijas o ahistóricas.
5. La ciencia no es una empresa totalmente autónoma. Dado que no hay un proceso algorítmico para la evaluación y comparación de teorías o, al menos, no hay una medida universal de su éxito, en las situaciones de cambio científico los factores de tipo «externo» (ideológicos, sociales, psicológicos) pueden jugar un papel en el desarrollo científico. A partir de aquí pueden haber diferentes valoraciones de la intensidad de este papel.
6. El desarrollo de la ciencia no es lineal ni acumulativo. El cambio científico es el resultado del conflicto entre teorías rivales, y este conflicto se resuelve casi siempre con la aceptación de una teoría y el rechazo de su rival. Esto puede traer consigo pérdidas explicativas.
7. La ciencia es una empresa cuya racionalidad no se puede determinar *a priori*. Los estándares o principios normativos se extraen del registro histórico de la ciencia exitosa.
8. Los propios modelos de desarrollo científico carecen de una base neutral de contrastación. La base para poner a prueba estos modelos filosóficos es la historia de la ciencia, pero como no existe una historia de la ciencia metodológicamente neutral, se plantea como apremiante el problema de establecer las relaciones e interacciones entre historia de la ciencia y filosofía de la ciencia [PÉREZ RANSANZ, 1993, pp. 182-183].

Este conjunto de premisas constituye la gran aportación de Kuhn a la nueva filosofía de la ciencia. Serán la base del compromiso teórico compartido con el

conjunto de autores que se moverán en esta línea de pensamiento, aunque sean críticos con algunos aspectos (o con muchos) del pensamiento kuhniano.

El pensamiento kuhniano en sentido estricto se articula, como ya es sabido, en torno a tres conceptos fundamentales: *paradigma*, *ciencia normal* y *revolución científica*.

El concepto de paradigma, fundamental en el pensamiento de Kuhn, adolece de una cierta ambigüedad. El propio Kuhn ha reconocido esta crítica en escritos posteriores a la ERC [1982, p. 317]. Sin embargo insiste que por encima de los distintos usos del término hay un concepto globalizador que se refiere a «todos los compromisos compartidos de un grupo científico» [1982, p. 318]. Los diferentes usos del término serían, en última instancia, subconjuntos o aplicaciones particulares del concepto genérico.

En este sentido, otra aceptación bastante frecuente del término paradigma, como *ejemplo* o *resolución ejemplar de un problema*, sería un subconjunto de la primera aceptación, pues entraría dentro de los compromisos compartidos. De hecho Kuhn toma el término de la gramática, y más concretamente de la conjugación de los verbos:

En la gramática, por ejemplo, «amo, amas, amat» es un paradigma, debido a que muestra el patrón o modelo que debe utilizarse para conjugar gran número de otros verbos latinos, v. gr.: para producir «laudo, laudas, laudat» [KUHN, 1975, p. 51].

El concepto de *ciencia normal* está estrechamente ligado al de paradigma:

El éxito de un paradigma (...) es, al principio, en gran parte, una promesa de éxito discernible en ejemplos seleccionados y todavía incompletos. La ciencia normal consiste en la realización de esta promesa, una realización lograda mediante la ampliación del conocimiento de aquellos hechos que el paradigma muestra como particularmente reveladores, aumentando la extensión del acoplamiento entre estos hechos y las predicciones del paradigma, y por medio de la articulación ulterior del paradigma mismo [KUHN, 1975, p. 52].

La ciencia normal es, pues, la ciencia que se practica en el seno de un paradigma constituido, es decir, a partir de unos compromisos compartidos y con la finalidad de desarrollar las expectativas que genera el propio paradigma.

El tercer concepto fundamental del pensamiento kuhniano es el de *revolución científica*. Kuhn lo define de la siguiente manera:

Las revoluciones científicas se consideran aquí como aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible [KUHN, 1975, p. 149].

Pero lo realmente original del concepto de revolución científica en Kuhn estriba en los mecanismos que propone para su realización. Dado que se enfren-

tan don paradigmas incompatibles, no existen instancias superiores a las que recurrir, y tampoco existe un lenguaje neutral al cual puedan traducirse las proposiciones de ambos paradigmas rivales para su contrastación.

Esta falta de una instancia superior ha valido a Kuhn la acusación de *irracionalismo*. Al no haber criterios racionales para adherirse a un paradigma o a su rival, los elementos decisivos van a ser de naturaleza irracional. Aunque el propio Kuhn ha rechazado estas acusaciones, veremos otros modelos en que partiendo de presupuestos cercanos a los suyos se intenta diseñar un modelo de cambio que pueda ser evaluado racionalmente.

En el pensamiento de Kuhn es notable la influencia de la psicología de la *Gestalt*. La idea de Kuhn sobre el pensamiento científico es de una *totalidad organizada* de la que no se puede cambiar una parte sin afectar al conjunto. Algunos autores han calificado el modelo de Kuhn de *gestaltico* [RICHARDS, 1997, pp. 156-159].

No es nuestro objetivo discutir los pros y contras del pensamiento de Kuhn, ni las polémicas en torno al mismo, por otra parte sobradamente conocidas. Revisemos ahora otras propuestas historicistas, como la de Lakatos y la de Laudan.

Imre Lakatos y *La metodología de los programas de investigación científica*

El modelo que propone Lakatos [1982] para explicar el cambio científico, basado en los llamados *programas de investigación científica*, tiene elementos en común con el de Kuhn. Ambos postulan la existencia de entidades teóricas de orden superior a las teorías (paradigmas en el caso de Kuhn, programas de investigación en el de Lakatos), y ambos recurren a la historia de la ciencia como campo de estudio y de contrastación. Sin embargo Lakatos pretende superar el peligro del irracionalismo ofreciendo un método de discriminación entre programas de investigación *progresivos*, los que se supone que hay que seguir, y *regresivos*, que se supone que hay que abandonar.

El discurso de Lakatos se inicia a partir del *falsacionismo* de Karl Popper, del que se considera discípulo. De hecho el propio Lakatos se considera falsacionista, pero establece una distinción entre el *falsacionismo dogmático*, al que rechaza, y el *falsacionismo sofisticado*, al cual de adhiere:

Según la lógica del falsacionismo dogmático, la ciencia crece mediante reiteradas eliminaciones de teorías con la ayuda de hechos sólidos. Por ejemplo, según este punto de vista la teoría de la gravedad mediante vórtices de Descartes fue refutada (y eliminada) por el hecho de que los planetas se movían en elipses y no en círculos cartesianos; la teoría de

Newton, sin embargo, explicaba con éxito los hechos entonces disponibles: tanto los que habían sido explicados por la teoría de Descartes como los que la refutaron. Por ello la teoría de Newton substituyó a la Descartes. [LAKATOS, 1982, p. 24].

Pero Lakatos no cree que las cosas hayan funcionado así. Por una parte la propia historia de la ciencia nos muestra que los procesos de falsación no son, ni mucho menos tan sencillos. Por otra parte hay una crítica teórica a este falsacionismo dogmático, que se fundamenta sobretudo en rechazar la frontera entre las proposiciones teóricas por un lado, y fácticas por otro [LAKATOS, 1982, pp. 24-25].

Lakatos pretende no solamente salvar la racionalidad de los procesos de cambio científico, sino también mantener algún tipo de relación de estos cambios con la base empírica, aunque rechace la división entre proposiciones teóricas y experimentales. Su propuesta es que una teoría T queda falsada solamente si se propone otra teoría T', la cual predice hechos nuevos, impensables en T, explica el éxito previo de T, y al menos una parte de los hechos nuevos quedan corroborados [LAKATOS, 1982, p. 46].

Pero hay algo más: la dinámica del cambio científico debe basarse en unidades mayores que las teorías:

Uno de los aspectos cruciales del falsacionismo sofisticado es que substituye el concepto de teoría, como concepto básico de la lógica de la investigación, por el concepto de serie de teorías. Lo que ha de ser evaluado como científico o pseudocientífico es una sucesión de teorías, y no una teoría dada. Pero los miembros de tales series de teorías normalmente están relacionados por una notable continuidad que las agrupa en programas de investigación. Esta continuidad (reminiscente en la «ciencia normal» de Kuhn) juega un papel vital en la historia de la ciencia; los principales problemas de la lógica de la investigación solo pueden analizarse de forma satisfactoria en el marco suministrado por una metodología de los programas de investigación [LAKATOS, 1982, p. 65].

Esta unidad histórica llamada programa de investigación esta formada por una *centro firme*, que constituye el núcleo teórico del programa y es, por tanto, irrefutable; una *heurística positiva* que define problemas y esboce un cinturón de hipótesis auxiliares y una *heurística negativa*, que se ocupa de las anomalías [LAKATOS, 1974, pp. 25-26]. El programa se considera *progresivo* mientras su desarrollo teórico anticipa su desarrollo empírico, es decir, mientras continua prediciendo hechos nuevos. Si el desarrollo teórico queda rezagado respecto al empírico decimos que está *estancado*. Si aparece un programa rival más exitoso, el antiguo entra en fase regresiva.

Larry Laudan y las tradiciones de investigación

En su libro *El Progreso y sus problemas* Laudan [1986] expone su modelo de cambio científico, donde el concepto fundamental son las *tradiciones de investigación* (TI). Al igual que Kuhn y que Lakatos, Laudan cree que las teorías científicas son insuficientes para entender las dinámicas de cambio, y que hay que agruparlas en elementos más amplios: estos son las TI, que juegan un papel análogo a los paradigmas o a los programas de investigación.

Pero las TI presentan una flexibilidad mucho mayor que los modelos anteriormente reseñados, lo que les permite describir con mayor exactitud determinados procesos históricos. Las características de las TI serían:

1. Toda TI se caracteriza por un cierto número de teorías específicas, que la ejemplifican y la constituyen parcialmente; algunas de estas teorías serán contemporáneas, otras serán sucesoras temporales de teorías anteriores.
2. Toda tradición de investigación implica determinados compromisos *metafísicos* y *metodológicos* que caracterizan a una TI y la distinguen de otras.
3. Cada TI (a diferencia de las teorías específicas) discurre a través de un cierto número de formulaciones diferentes, pormenorizadas (y en ocasiones contradictorias) y puede extenderse a lo largo de un considerable periodo de tiempo [LAUDAN, 1986, p. 114].

Es importante señalar que dentro de una TI pueden darse importantes procesos de cambio conceptual. No hay un centro firme, o al menos no es invariable. Esta mayor flexibilidad del modelo se debe a que se considera unidad básica del progreso científico la resolución de problemas.

Laudan distingue dos tipos de problemas: empíricos y conceptuales. Los empíricos son aquellos hechos conocidos sobre los que se ve la necesidad de explicación, y que son distintos de los simples hechos. Entre los problemas empíricos, Laudan distingue:

- Problemas no resueltos, que no son cruciales para la evaluación de la teoría.
- Problemas resueltos por una teoría, teniendo en cuenta que resolver un problema no significa asignar verdad o falsedad a la teoría que lo resuelve.
- Problemas anómalos, los cuales levantan serias dudas sobre la teoría, pero no la refutan automáticamente.

Los problemas conceptuales son los que surgen dentro de una teoría. Mientras los problemas empíricos surgen independientemente de cualquier teoría y son problemas de primer orden, los problemas conceptuales solo son reconoci-

bles en relación a una teoría y son problemas de segundo, tercero o más alto orden [ESTANY, 1990, pp. 110-111].

El tomar la resolución de problemas como unidad del desarrollo científico nos permitirá conectar el modelo de Laudan con la teoría del cambio conceptual y con el modelo de la selección natural de la Epistemología Evolucionista, que reseñaremos más adelante.

Otro aspecto muy interesante del pensamiento de Laudan es su inclusión de las TI en el campo más amplio de la *historia intelectual* o *historia de las ideas*. La conexión entre ideas científicas con otras ideas de tipo filosófico, metafísico o religioso es un aspecto importante, especialmente si se considera que esta conexión no tiene por que ser regresiva, y puede, en ocasiones, ser progresiva.

Pero Laudan considera que la historia intelectual debe solucionar algunos problemas internos. Insiste en que hay una oscuridad crucial sobre los objetivos mismos de la empresa y trata de bosquejar cuales son estos objetivos y las herramientas que deben utilizarse para alcanzarlos [LAUDAN, 1986, pp. 226-232].

Así vemos que hay una historia intelectual de tipo *exegético*, cuyo objetivo es meramente descriptivo, se basa en la interpretación de textos y pretende proporcionar una historia natural de la mente según esta evoluciona a través del tiempo. Pero hay otra historia intelectual de tipo *explicativo*, cuyo objetivo no sería solamente repetir lo que las «grandes mentes» han dicho, sino porque lo han dicho. Esta segunda tendría una importancia mucho mayor para el análisis filosófico de la ciencia, especialmente si nos movemos en periodos en que la línea de demarcación entre pensamiento científico y pensamiento general no está muy claramente delimitada, como es nuestro caso.

El modelo de Laudan tiene para nosotros especial interés, pues permite conectar los modelos historicistas con los evolucionistas. La flexibilidad de las TI, su capacidad de cambiar y al mismo tiempo mantener ciertos rasgos distintivos las hace especialmente adecuadas para la aplicación al estudio de periodos históricos donde las disciplinas y las comunidades científicas no están definidas de forma demasiado nítida. Por otra parte la definición de los problemas conceptuales y su relación con la historia intelectual permite eliminar la falsa dicotomía internalista/externalista y considerar a las teorías científicas en su contexto intelectual.

El giro naturalista

El giro naturalista en filosofía de la ciencia, que da lugar a la llamada *epistemología naturalizada* se inicia con el trabajo de Quine [1969], en que este infiere

desde el fracaso del programa de reconstrucción racional, la tesis de que la epistemología filosófica tradicional debe ser substituida por el estudio de la psicología del conocimiento humano y científico [BRONCANO, 1995, p. 227].

La epistemología, según Quine, forma parte de la ciencia y su objetivo es la reconstrucción empírica, falible y tentativa, del proceso por el que los humanos responden a los patrones de estimulación sensorial con una teoría del mundo.

Quine constata el fracaso del programa de reconstrucción racional, tanto en su proyecto de derivar los postulados que establecen las leyes de la naturaleza desde los postulados acerca de evidencias observacionales, como en el, aparentemente más modesto, proyecto de «clarificar» los términos de la ciencia, traduciéndolos a una base fisicalista. El primer fracaso se debe a la indeterminación de las teorías por los datos; el segundo a una razón más profunda, la indeterminación de la traducción [QUINE, 2001].

Constatados estos fracasos Quine piensa que no se perderá nada substituyendo la epistemología tradicional por la investigación empírica acerca de cómo se generan las teorías en respuesta a los estímulos sensoriales. La única víctima es la filosofía primera y el consiguiente abandono de la esperanza de una filosofía más allá, por debajo o por encima de nuestro conocimiento científico. La filosofía no será ya una parte distinta de nuestra red de teorías científicas [BRONCANO, 1995, p. 227].

Sin querer entrar en detalles ni profundizar en la obra de Quine, pues este no es nuestro objetivo, nos quedaremos con una idea importante: la epistemología o filosofía de la ciencia pierde el estatus de privilegio desde el cual fundamentar o evaluar la actividad científica y se convierte en parte de la propia ciencia. Para Quine coincide con la psicología del conocimiento o ciencia cognitiva. Para otros autores o escuelas que desarrollaran esta propuesta esta coincidencia se dará con la sociología de la ciencia (escuela de Edimburgo) o con la biología evolucionista. Esta última propuesta tiene para nosotros un especial interés: es la *epistemología evolucionista*.

La epistemología evolucionista

La epistemología evolucionista es uno de los programas naturalistas más importantes del siglo XX. De un origen más europea que la perspectiva quineana, tiene las ambiciones de un gran sistema metafísico de las que carecen otras corrientes próximas. Su proyecto es situar el conocimiento como fenómeno dentro de la historia natural, donde la normatividad de la epistemología sería un producto de la filogénesis [BRONCANO, 1995, p. 233].

En un artículo de 1941, considerado por muchos el documento fundacional, Konrad Lorenz [1941] señaló que las ciencias biológicas del siglo XX habían abierto un nuevo camino para la epistemología: el conocimiento debía considerarse un fenómeno biológico producto de la evolución de los organismos.

A partir de esta tesis, se aplica la teoría de la evolución darvinista para explicar la aparición del conocimiento científico. Cabe, sin embargo, distinguir dos grandes tendencias: la desarrollada por el propio Lorenz, por Ruse y Vollmer, que se preocupaba de las bases biológicas y evolutivas del aparato sensorial y cognitivo de los seres humanos, en lo que sería la variante más fuerte de la epistemología naturalizada.

La otra tendencia surgió en los años 70, a partir de propuestas de Popper, Campbell, Hull y Toulmin. Estos autores recurrían a la metáfora evolutiva para explicar el cambio de teorías, comparando las especies con las teorías (Popper), o las disciplinas (Toulmin) [ECHEVERRIA, 1999, p. 209]. Esta segunda tendencia es la que merece nuestro interés, pues es la que se ocupa del cambio científico.

El giro cognitivo

Recibe este nombre el desarrollo posterior de la idea quintana de que la psicología cognitiva es una base adecuada para el estudio científico de la ciencia. Aunque esta corriente no va a ser utilizada en nuestra síntesis metodológica, es inevitable una referencia a la misma. El giro cognitivo está asociado a la figura de Ronald N. Giere [1988; 1986] al que también se considera vinculado a la llamada *concepción semántica de las teorías* [ESTANY, 1993, p. 198].

Giere concede una importancia predominante a los llamados *modelos teóricos*, partiendo de la base de que en la vida cotidiana también construimos modelos que forman parte de un mundo imaginario. De la misma manera los científicos fabrican modelos teóricos, que solo existen en su mente o como materia abstracta de las descripciones verbales escritas por los científicos.

Además de los modelos teóricos, Giere define otra entidad, las *hipótesis teóricas*. Son entidades lingüísticas, es decir, enunciados que afirman algún tipo de relación entre un modelo y un sistema real determinado. Una hipótesis teórica es verdadera o falsa si la relación afirmada se da o no. La relación entre modelo y sistema real no puede ser de verdad o falsedad, ya que ninguna es una entidad lingüística; Giere propone otra relación, la de *similitud*. Las hipótesis, por tanto, afirman la similitud entre modelos y mundo real.

Según Giere las teorías hay que considerarlas compuestas de dos tipos de elementos:

1. Un conjunto de modelos.
2. Varias hipótesis que enlazan estos modelos con sistemas del mundo real.

Lo que uno encuentra en los libros de texto no es la teoría en si misma, sino enunciados que definen los modelos que forman parte de la teoría. Según esta interpretación de Giere, una teoría científica no es una entidad bien definida. No se dan condiciones necesarias y suficientes para definir los modelos que forman parte de la teoría. Esta cuestión parece que ha de ser decidida sólo por los miembros de una comunidad científica en un momento dado, lo cual no es óbice para que consideremos que hay siempre un parecido de familia entre los modelos de una teoría. El conjunto de los científicos determina si el parecido es suficiente, lo cual permite afirmar que las teorías son socialmente construidas.

Veamos algunas consideraciones sobre este modelo [ESTANY, 1993, p. 201]:

- Las teorías pierden su carácter predominante: las piezas clave son los modelos teóricos.
- La axiomatización de teorías no se considera necesaria, ni siquiera un criterio de valor epistemológico para una teoría.
- Se relacionan las teorías con el mundo externo.
- La estructuración de teorías sigue los mismos patrones que cualquier otra investigación científica, y en concreto es una especialización de la psicología cognitiva sobre la toma de decisiones en los seres humanos.
- La tarea de decidir entre diversas teorías científicas cual es la más *satisfactoria* no es contemplada como una tarea extraña, con un sistema propio de decisión, sino que es considerada a la luz de un sistema general que trate, desde una perspectiva cognitiva, la forma en que agentes inteligentes resuelven problemas y toman decisiones de una forma racional.
- El modelo nos permite tratar problemas que se hallan en la periferia científica, como la aparente irracionalidad de los cambios de paradigmas o la inclusión de cuestiones sociológicas y psicológicas, que parecen hallarse fuera de otros modelos.

La analogía evolutiva

Vamos a centrarnos ahora en un conjunto de modelos del cambio científico que tienen en común utilizar algún tipo de similitud con la evolución biológica por selección natural para explicar la producción y la evolución del conocimiento científico. Aunque estos modelos puedan ser muy diferentes, la analogía evo-

lutiva estaría en todos ellos, de alguna u otra forma. El análisis tiene para nosotros un gran interés, pues el modelo que vamos a proponer intentará sintetizar algunos elementos de la analogía evolutiva con el modelo de las Tradiciones de Investigación, propuesto por Larry Laudan. Revisaremos las ideas de Karl Popper, Stephen Toulmin, David Hull y Robert Richards y Donald Campbell.

Karl Popper

En *La lógica de la Investigación científica*, Popper [1985] describe la selección de teorías que hace la comunidad científica no como un proceso mediante el cual una teoría dada es justificada por las pruebas, sino como un proceso en el cual una teoría sobrevive porque sus competidores son menos aptos. El modelo evolucionista le permite a Popper evitar el supuesto de que las teorías se demuestran mediante la experiencia; le permite también descartar la noción de que las teorías y las ideas creativas surgen de alguna suerte de inducción lógica a partir de la observación. Pero Popper cree que el modelo conduce a interpretar el descubrimiento científico como un suceso accidental, una mutación casual de ideas. No logra subrayar el hecho de que el medio ambiente intelectual no solamente selecciona las ideas, sino que restringe los tipos de ideas que pueden ser inicialmente aceptadas por un científico.

El modelo de Popper utiliza la analogía evolutiva solamente en algunos aspectos. Las teorías «compiten» y los cambios se parecen a mutaciones accidentales, pero al no concebir unidades superiores a las teorías no hay nada que en su conjunto se parezca a la evolución de las especies.

Stephen Toulmin

El análisis de Toulmin [1977] va a centrarse en las «empresas racionales» y su desarrollo histórico. Su contenido intelectual está constituido de «poblaciones conceptuales». El desarrollo de estas poblaciones refleja el equilibrio entre dos factores: los innovadores, responsables de la aparición de variaciones, y los factores selectivos, que modifican la población perpetuando ciertas variables favorecidas.

Los conceptos «poblaciones conceptuales» y «perpetuación selectiva de variantes» indican que el enfoque es evolutivo, no solamente en el sentido de que no es revolucionario, sino en el sentido más preciso, darwiniano del término. La naturaleza del cambio de población, considerado como tipo general de proceso histórico, ya es bien comprendida en un caso especial, o sea, el de las especies orgánicas. De alguna manera el análisis de población de la evolución orgánica se toma como modelo o patrón, aunque sea en un sentido general.

El patrón general de explicación histórica en la biología evolucionista puede condensarse en cuatro tesis básicas, cada una de las cuales tiene su contrapartida en el caso de la evolución conceptual.

1. Son problemas biológicos explicar porqué hay especies orgánicas, y explicar porqué estas especies cambian como lo hacen. El darvinismo dio respuestas a ambos problemas. Hasta bien entrado el siglo XIX la especie era concebida de dos maneras, ambas no históricas. Muchos naturalistas eran «realistas», y creían que la población total de seres vivos estaba dividida en especies separadas y distintas, cada una de las cuales se mantenía inmutable al producir siempre vástagos de la misma especie. Otros eran «nominalistas», y creían que los seres vivos se clasificaban en especies únicamente por nuestras decisiones intelectuales. La posición contemporánea es intermedia: las formas de los seres vivos han cambiado repetidamente, pero la gama real de formas existentes en cualquier momento no es continua ni ilimitada. Hay que explicar pues porque se encuentran tales especies definidas y separadas, y también como estas especies pueden separarse en otras.
2. La idea darvinista central fue el reconocimiento de que la continuidad de las especies orgánicas y su modo de cambiar puede explicarse en términos de un solo proceso dual de variación y perpetuación selectiva. La frase «selección natural» resume el hecho de que toda generación de seres vivos comprende una mayor proporción de individuos que tienen formas o caracteres nuevos, algunos de los cuales solamente transmiten estos rasgos nuevos a la población siguiente.
3. La acción combinada de la variación y la selección natural da origen a auténticas especies nuevas solo cuando se satisfacen varias condiciones adicionales. Hay ciertas circunstancias en que las variaciones «ventajosas» pueden perpetuarse selectivamente, y así, convertirse en dominantes en una población. Una variación nueva sólo puede demostrar sus «ventajas» en una situación que involucre suficiente «presión selectiva»: a falta de competencia seria, las variantes individuales no tienen posibilidad de eliminar de la reproducción a sus rivales. De igual modo la selección natural solo puede ser efectiva cuando el «foro de la competencia» no es demasiado vasto: si los organismos se cruzan libremente en grandes zonas, las variantes ventajosas de una zona particular quedaran sumergidas por el cruce en zonas más amplias.
4. Finalmente, el uso de términos como «selección» y «ventaja» supone una metáfora implícita de elección. Las variantes se perpetúan selectivamente sí y solo sí se hallan suficientemente «bien adaptadas». Aquí la palabra adaptación simplemente se refiere a la efectividad con que las diferentes

variantes hacen frente a las «exigencias ecológicas» del ambiente particular, y esto incluye tanto a las condiciones físicas de la vida, como a otras poblaciones coexistentes de seres vivos.

Para Toulmin el método darviniano, como contribución a la historiografía de la naturaleza, presenta algunos caracteres notables. Brinda un marco teórico que vincula tres grupos de factores en una sola explicación coherente:

- Los patrones históricos de largo alcance del cambio orgánico.
- Las presiones inmediatas que el ambiente ejerce sobre una población.
- Las condiciones estables que brinda el «sistema de palancas» requerido para que estas presiones inmediatas tengan algún efecto a largo plazo.

Estas categorías populacionales pueden extenderse a los procesos históricos de otro tipo, por ejemplo a los de cambio conceptual. Para ello nos interesen las relaciones generales que se encuentran en estos procesos históricos:

- Los patrones de largo alcance del cambio conceptual.
- Las actividades cotidianas de los usuarios de conceptos
- Las condiciones permanentes de las que dependen las decisiones inmediatas de los usuarios para sus efectos a largo plazo.

Toulmin reformula los cuatro supuestos básicos del darwinismo para aplicarlos al estudio del cambio conceptual:

1. Dentro de una cultura y época particular, las actividades intelectuales de los hombres no forman una gama continua desordenada, sino que se ordenan en «disciplinas» más o menos separadas y bien definidas, caracterizadas cada una de ellas por su propio cuerpo de conceptos, métodos y objetivos fundamentales. Cada disciplina, aunque mutable, normalmente exhibe una continuidad reconocible, especialmente en los factores selectivos que gobiernan los cambios en su contenido. Una explicación evolutiva tiene que explicar la coherencia y continuidad por la que identificamos las disciplinas, pero también los profundos cambios a largo plazo.
2. En toda disciplina viva siempre hay novedades intelectuales que entran, para su discusión, en el conjunto corriente de ideas y técnicas, pero solo unas pocas de estas novedades conquistan un lugar firme en la disciplina, y son transmitidas a las generaciones siguientes. Algunas variantes conceptuales son elegidas para su incorporación y otras son descartadas e ignoradas; en circunstancias adecuadas el mismo proceso puede explicar la continuidad de una disciplina o su rápida transformación en algo nuevo y diferente.

3. Este proceso solo engendrará un acentuado cambio conceptual en determinadas condiciones. En cualquier momento dado hay un flujo de innovaciones o variantes conceptuales. Las cuestiones problemáticas se relacionan con las condiciones en que tales novedades pueden probar ventajas y conquistar un lugar en el conjunto ateniendo de ideas. Deben existir adecuados foros de competencias dentro de los cuales las novedades intelectuales puedan sobrevivir el tiempo suficiente para probar sus méritos o sus defectos y para ser criticadas y escudriñadas con suficiente severidad para mantener la coherencia de la disciplina.
4. Un análisis evolutivo del desarrollo intelectual supone un conjunto de nociones interdependientes que definan la «ecología intelectual» de cualquier situación histórica y cultural particular. En toda situación problemática el proceso de selección disciplinaria elige para su acreditación aquellas de las novedades en competencia que mejor satisfacen las exigencias específicas del medio intelectual.

Tanto en el caso biológico como el cultural, pues, la continuidad y los cambios históricos pueden contemplarse como resultados alternativos de la variación y la perpetuación selectiva. Lo que vincula el desarrollo histórico de las disciplinas intelectuales con los procesos poblacionales no es ninguna analogía específicamente biológica, sino sencillamente el patrón general de desarrollo por la innovación y la selección.

Si las disciplinas intelectuales comprenden poblaciones en desarrollo histórico de conceptos, como las especies orgánicas comprenden organismos, podemos entonces considerar como la interacción de factores de innovación y de selección mantiene su unidad y su continuidad características. Las disciplinas científicas, como las especies orgánicas, son entidades históricas en evolución, y no seres eternos.

Toulmin pretende desarrollar su explicación de la evolución conceptual en dos pasos, pues sostiene de toda empresa racional humana puede ser vista desde dos puntos de vista. Podemos concebirla como una disciplina, con una tradición comunal de procedimientos y técnicas para abordar problemas teóricos y prácticos; o podemos concebirla como una profesión, con un conjunto organizado de instituciones, roles y hombres, cuya tarea es aplicar y mejorar estos procedimientos y técnicas.

Si consideramos una empresa racional en términos disciplinarios, su desarrollo temporal es un tema para la historia de las ideas. Si consideramos la misma empresa en términos profesionales, su desarrollo temporal se convierte en un tema para la historia de las organizaciones, y procedimientos científicos. Una vez que comenzamos a tratar el desarrollo disciplinario y profesional como aspectos

alternativos del mismo proceso populacional debe ponerse en duda la autonomía de ambos procesos. Al demostrar el lugar establecido de cualquier concepto nuevo en una disciplina científica debemos ahora prestar atención a los procedimientos de selección realmente usados para evaluar los méritos intelectuales de cada nuevo concepto, y hay que relacionar estos procedimientos con las actividades de los hombres que forman el grupo de referencia autorizado de la profesión implicada.

Al abordar nuestros problemas desde el punto de vista populacional debemos distinguir deis grupos principales de cuestiones:

1. ¿Qué define los límites de una disciplina intelectual y por qué hay distintas disciplinas?
2. ¿Cuál es la naturaleza de la variación conceptual y cómo el conjunto corriente de variantes conceptuales brinda el material para el cambio disciplinario?
3. ¿A qué procesos y procedimientos de selección intelectual está expuesto tal conjunto de variantes?
4. ¿Por qué canales de transmisión y perpetuación son incorporadas a una disciplina las variantes seleccionadas, de modo de modificar su contenido establecido?
5. ¿Cómo las diferencias en el grado de aislamiento y de competencia afectan a las influencias que ejerce la selección intelectual, para reaccionar sobre la unidad, el carácter y el desarrollo de las mismas disciplinas intelectuales?
6. ¿Dentro de que tipos de ambientes operan las disciplinas intelectuales y cómo las exigencias permanentes de estos ambientes afectan a los procesos y procedimientos por los cuales se juzgan las variantes conceptuales?

Quizá el principal problema del modelo de Toulmin estriba en que intenta asegurar el funcionamiento de criterios racionales en la ciencia a través a través del postulado de la «evolución acoplada», es decir, las variaciones no surgen al azar, sino que son resultado de los esfuerzos de los científicos. Para Toulmin la variación y la selección involucran conjuntos relacionados de factores, de tal manera que las variantes novedosas que se incorporan al acervo común de la ciencia ya están preseleccionadas por las características que tienen que ver directamente con los requerimientos de la perpetuación selectiva.

La teoría neodarwinista de la evolución orgánica requiere que la variabilidad dentro de una especie sea independiente, o «desacoplada», de la selección natural. Por este motivo algunos autores [RICHARDS, 1987] han sugerido que el mecanismo de Toulmin no es darwiniano sino lamarckiano, en el sentido de que

un acto consciente preforma el material anticipándose a las exigencias de la supervivencia. Aunque esta crítica tenga un cierto fundamento, es indudable que Toulmin razona en términos de población, y que la selección juega un papel muy importante en su modelo.

David Hull

Recogiendo una idea de Toulmin, el autor [HULL, 1988] propone presentar un análisis general de los procesos selectivos que sea aplicable por igual a todos los procesos selectivos: selección natural, respuesta inmune, selección conceptual. No cabrían en este modelo procesos como bolas que ruedan sobre un plano inclinado, o planetas que giran alrededor del sol.

Hull hace especial mención de su interés por que el modelo que propone sea capaz de explicar la conducta de los científicos, que en general, hacen lo que dicen que hacen. Para ello introduce dos importantes innovaciones:

- La adecuación inclusiva conceptual.
- La estructura démica de la ciencia.

La adecuación inclusiva conceptual intenta explicar el hecho que la ciencia sea un asunto tanto de competencia como de cooperación. La forma más importante de cooperación es el uso que hace un científico de los resultados de la investigación de otros científicos. Los científicos desean que su trabajo sea reconocido como original, pero también que sea aceptado. Una manera de ganar apoyo consiste en demostrar que su trabajo se apoya solidamente en la investigación precedente, aunque el precio es una disminución de la originalidad.

Los científicos cuyo apoyo vale la pena tienden a ser citados con mayor frecuencia que aquellos cuyo apoyo vale poco o nada. Si uno deja de citar a un autor bien conocido, no gana ni crédito ni apoyo, en cambio no hay problema en no citar a los estudiantes de postgrado, pues a corto plazo su apoyo vale poco. Pero es muy probable que estos estudiantes sean los principales comunicadores de nuestras investigaciones a las generaciones futuras. Su éxito incrementará nuestra propia adecuación inclusiva conceptual en el futuro.

Los científicos respetan tan bien las normas de la ciencia (seguramente más que los miembros de cualquier otra institución) porque hacerlo así es lo que más conviene, y lo que es bueno para el científico es bueno para el grupo. Lo mejor que un científico puede hacer por la ciencia es esforzarse por incrementar su propia adecuación inclusiva conceptual, y este esfuerzo se mantiene dentro de ciertos límites debido a dos factores: la posibilidad de usar el trabajo de otros y la posibilidad de la contrastación empírica.

La infracción más frecuente es el robo de los resultados de otro, mucho más que la mentira (la falsificación de resultados). La mentira se castiga con mucha más severidad. El robo solamente perjudica a la persona cuyo trabajo ha sido expropiado, pero la mentira puede perjudicar a todos aquellos que han usado de alguna manera los falsos resultados.

Los demos conceptuales son tan importantes para la ciencia como la adecuación inclusiva conceptual de los individuos. Los científicos tienden a reunirse en grupos de investigación con grados variables de cohesión. Una función de estos grupos es compartir recursos conceptuales. Estos demos tienden a ser extremadamente efímeros, sin embargo, de vez en cuando nos encontramos con alguno que forma una especie de vanguardia, y tiene tanto éxito que los demás se percatan de su existencia y, o bien lo refutan o lo adoptan. Cuando ocurre lo primero la selección interdémica se sobrepone a la adecuación inclusiva individual. Cuando ocurre lo segundo, un conjunto de nociones que se originaron en un pequeño grupo de investigación se disemina ampliamente, y la selección interdémica es reemplazada por la selección masiva.

La crítica y la evaluación inicialmente provienen del interior del grupo de investigación. Después de la publicación de la investigación se desplaza hacia los científicos ajenos al grupo, en particular de los oponentes. Los científicos son, hasta cierto punto, objetivos: saben que si tienen suerte su trabajo será sujeto a escrutinio; por tanto, lo exponen a pruebas severas antes de publicarlo. De todas maneras todos son en el fondo prisioneros de su propio sistema conceptual, y hay cosas que se suponen con tanta seguridad que nunca se ponen a prueba ni se cuestionan.

Resulta particularmente interesante la descripción de los procesos de selección. Dice Hull que la bibliografía sobre procesos selectivos en biología se encuentra infectada por una ambigüedad sistemática en el concepto de «unidades de selección». Algunos insisten en que son los genes el objetivo principal de la selección, porque son las entidades que se transmiten con su estructura casi intacta de una generación a otra. Otros insisten en que los organismos son las unidades primordiales de selección, porque son las entidades que interactúan con el ambiente, de tal modo que sus genes se replican diferencialmente.

Para un análisis general de los procesos selectivos, términos como «gene», «organismo» y «especie» no son adecuados y en su lugar se requieren otros más generales, que pueden ser útiles en el propio contexto biológico. Si la jerarquía de organización tradicional de genes, células, órganos, organismos, colonias, demos, poblaciones y especies se adopta como básica, entonces el foco de la selección oscila de un lugar a otro. Además las entidades tradicionales no funcionan en el sistema inmune de la misma manera como lo hacen en la evolución biológica; sin embargo, ambos son procesos selectivos.

Las unidades que Hull propone son:

- *Replicador*: es la entidad que transmite su estructura en gran parte intacta a través de replications sucesivas.
- *Interactor*: entidad que interactúa como un todo cohesionado con su ambiente, de manera tal que la interacción *causa* que la replicación sea diferencial.
- *Selección*: es el proceso en el que la extinción y la proliferación diferencial de los interactores *causa* la perpetuación diferencial de los replicadores pertinentes.
- *Linaje*: entidad que persiste indefinidamente a través del tiempo en el mismo estado o en un estado alterado como resultado de la replicación.

Para funcionar como replicador una entidad debe tener una estructura y ser capaz de transmitirla en una secuencia de replications. Aunque los genes son buenos candidatos a funcionar como replicadores, de la definición anterior no se sigue que sean los únicos. Los organismos también poseen una estructura, aunque es problemático decir que la transmiten prácticamente intacta.

Para funcionar como un interactor, una entidad debe interactuar con su ambiente de manera tal que una secuencia de replicación u otra sea diferencial. Los organismos son interactores paradigmáticos. Son entidades cohesionadas, interactúan con su ambiente como entidades cohesionadas y los resultados de estas interacciones determinan secuencias de replicación de manera tal que ciertas estructuras se vuelven más comunes, mientras que otras se vuelven más raras. Pero otras entidades también funcionan como interactores. Por ejemplo los genes no solo poseen códigos para características fenotípicas, sino que también tienen fenotipos. El ADN es una doble hélice que puede desenrollarse y replicarse a sí misma. Al hacerlo, interactúa con su medio ambiente celular.

Muchas entidades persisten indefinidamente a través del tiempo. De estas, algunas cambian mientras que otras no. Sin embargo las únicas entidades que se pueden llamar linajes en el sentido de Hull, están compuestas de secuencias de replicadores. Es un concepto genealógico: el sistema solar ha cambiado a través del tiempo, pero no se considera un linaje porque en estos cambios no interviene ninguna replicación. Los linajes son entidades históricas formadas por replicación. Cuando la relación entre replicación e interacción provoca que los linajes cambien a través del tiempo, el resultado final es la evolución mediante selección.

Tanto los genes como los organismos forman linajes. En la mayoría de los casos, los linajes genéticos están completamente contenidos en los linajes de organismos. Si consideramos las versiones más gradualistas de la evolución, las especies no formarían linajes, sino que serían ellas mismas linajes. Si consideramos

las posibilidad de una especiación a saltos o discontinua podríamos considerar linajes de especies.

En otro orden de cosas, insiste Hull en que cualquier objeto que participe en procesos selectivos, así como cualquier resultado de la selección, son particulares espacio-temporales, es decir, individuos. Tanto los replicadores como los interactores son individuos no problemáticos. Para llevar a cabo sus funciones deben tener duraciones finitas: deben existir y dejar de existir. Los replicadores deben tener una estructura y los interactores deben actuar con su ambiente como una totalidad cohesionada.

Los linajes también son individuos, pero de un tipo especial. Para funcionar como un replicador una entidad puede sufrir un cambio mínimo antes de dejar de existir. Para funcionar como interactor, una entidad puede sufrir un cambio considerable, pero no indefinido. Los linajes son peculiares por el hecho de que la organización que presentan es lo suficientemente laxa para que pueda cambiar indefinidamente a través del tiempo, pero lo suficientemente estricta para que los efectos de la selección no se pierdan. Cualquier entidad que pueda funcionar como replicador o como interactor, no puede funcionar como linaje, porque estos se encuentran muy rigidamente estructurados.

A partir de aquí Hull aplica su modelo a la dinámica científica:

- *Replicadores*: creencias acerca de los objetivos de la ciencia, las maneras apropiadas para alcanzar estos objetivos, los problemas y sus posibles soluciones, los modos de representación, y así sucesivamente.
- *Interactores*: los científicos. Ellos promueven todos estos temas (los replicadores) en conversaciones, publicaciones y conferencias. Los principales vehículos que se utilizan en la replicación conceptual tenemos los libros, las revistas, las computadoras y los cerebros humanos.
- *Linajes*: no se definen.

En resumen, dice Hull, la replicación conceptual es un asunto de ideas que dan lugar a ideas mediante vehículos físicos, algunos de los cuales también funcionan como interactores. Los replicadores son generados, recombinados y verificados por científicos que interactúan con la porción pertinente del mundo natural.

A continuación Hull pasa revista a diferentes argumentos que marcan diferencias entre la evolución biológica y cultural. A menudo se escucha que la evolución conceptual ocurre con mayor rapidez que la biológica. En realidad ocurre con una velocidad intermedia: los virus evolucionan mucha más deprisa que los sistemas conceptuales, mientras que los organismos pluricelulares más despacio.

Otros argumentan que los «genes» son particulados, mientras que las unidades de la evolución conceptual son altamente variables y están muy lejos de ser discretas. Según Hull ninguno de los dos es particulado. En ambos casos el tamaño relativo de las entidades que funcionan, ya sea como replicadores o como interactores es muy variable y sus límites bastante difusos.

Otra objeción es que la evolución biológica es biparental, mientras que la conceptual acostumbra a ser multiparental. Según Hull la cosa es más compleja: para muchos organismos la herencia no es biparental, mientras que en la evolución conceptual los agentes racionales a veces combinan ideas que proceden de dos fuentes, a veces de muchas. En realidad la poliploidia parece más común en la evolución conceptual que en la biológica, pero esto es todo. En un locus particular pueden coexistir diversos alelos con diferentes frecuencias. Asimismo, en las poblaciones conceptuales pueden coexistir muchas soluciones diferentes del mismo problema o versiones de la misma idea.

La diferencia más comúnmente admitida es que la evolución biológica es darwiniana, mientras que la cultural es lamarckiana. Ningún organismo es capaz de transmitir ninguno de los caracteres fenotípicos ordinarios que adquirió a lo largo de su existencia, pero algunos organismos pueden transmitir lo que han aprendido del medio ambiente mediante aprendizaje social. Pero, argumenta Hull, nadie sostiene que la evolución conceptual sea literalmente lamarckiana: los cambios en los conceptos dejan intactos a los genes. Las ideas se transmiten, no se heredan. Pero metafóricamente la evolución conceptual tampoco es lamarckiana, porque las ideas son análogas a los genes, no a los caracteres.

En el único sentido en que la evolución conceptual se puede considerar lamarckiana es porque es intencional. Así como las jirafas incrementaron la longitud de sus cuellos al esforzarse por alcanzar las copas de los árboles, los científicos resuelven problemas porque se esfuerzan en hacerlo. La ciencia es tan intencional como cualquier otra actividad humana. Para algunos, la brecha que separa los actos intencionales de los del resto de la naturaleza es tan profunda, que crea una brecha insalvable entre ambos. Para Hull no es así. Nos recuerda que Darwin razonó a partir de los efectos conocidos de la selección artificial hacia los posibles efectos de la selección natural. Pero la selección artificial es intencional: los criadores no pueden producir las mutaciones a su gusto, pero sí eligen conscientemente aquellos organismos que poseen los caracteres que les parecen deseables.

Los científicos se afanan en resolver problemas; generan ideas novedosas y seleccionan entre ellas. En estos momentos las mutaciones genéticas ocurren al azar. Para Hull la mejor manera de clasificar los procesos selectivos consiste en distinguir entre aquellos que tienen base genética y aquellos que tienen una base

memética, y solo en segundo grado ocuparse del tema de la intencionalidad. Una parte de la selección basada en genes es intencional, pero la mayor parte no lo es. Según esta clasificación, la selección natural y la artificial son, básicamente, el mismo tipo de fenómeno.

En esta misma clasificación, el tipo de selección racional de creencias y toda la retención selectiva semiconsciente e inconsciente que caracteriza el modo como los seres humanos adquieren sus creencias, son también, básicamente, el mismo tipo de fenómeno. Si se observa la ciencia como un todo, no solamente a los científicos excepcionales, sino también al vasto ejército de investigadores que no tienen un impacto discernible, los efectos de la intencionalidad no parecen tan contundentes.

Una diferencia entre la evolución biológica y la conceptual es que los genes hacen genes. En un principio, probablemente, los genes fueron también los únicos interactores. A la larga, sin embargo, comenzaron a producir entidades más inclusivas que podían promover la replicación por medio de la interacción con sus ambientes más inclusivos. Los replicadores conceptuales no producen, por sí mismos, copias de sí mismos. Solo lo hacen a través de sus más importantes interactores: los científicos.

Otra aparente diferencia que señala Hull entre la evolución biológica y el cambio conceptual se refiere a la cuestión de la progresividad: la evolución biológica no es claramente progresiva, mientras que en ciertas áreas el cambio conceptual tiene toda la apariencia de ser progresivo. A primera vista la evolución biológica puede parecer tan progresiva como el cambio conceptual, pero las apariencias engañan.

Después de este repaso de parecidos y diferencias, Hull se ocupa de lo que llama interacción conceptual, fenómeno que, como veremos, aporta más argumentos a la similitud de los dos procesos en cuestión. En la evolución biológica los replicadores transmiten su estructura casi intacta. Una parte de esta estructura se considera «información». Esta información se traduce en fenotipos de una variedad de niveles a través de la interacción. Una razón por la cual los procesos de selección son tan complicados es que evolucionan mediante una interacción entre estos dos procesos complementarios (replicación e interacción) que se llevan a cabo en una variedad de niveles. Así, los genes no se traducen literalmente en caracteres. A partir de un mismo genoma, pueden darse un amplio aspecto de caracteres, dependiendo de la secuencia de ambientes confrontados.

Algunas observaciones similares pueden aplicarse a la evolución conceptual. Las teorías científicas siempre están escasamente determinadas por lo que podrían ser considerados como datos. Dado un conjunto cualquiera de observaciones, el número de explicaciones teóricas alternativas que podrían ser generadas para dar

cuenta de ellas está limitado sólo por el ingenio y el sentido común de los científicos. De todas las explicaciones posibles que podrían ofrecerse, sólo una fracción pequeña se ofrece en algún momento. Por el contrario, de todas las implicaciones basadas en la observación de cualquier versión de una teoría particular, sólo un porcentaje pequeño se realiza alguna vez, por no hablar de las que se comprueban. Como resultado de ello, el azar desempeña un papel importante en la determinación de que versiones de que teorías se vuelven prominentes algún día.

Según Hull, los biólogos no estaban preparados para la cantidad de variación genética que caracteriza a las especies biológicas. Es muy frecuente que exista una mayor heterogeneidad dentro de una especie que entre ella y sus congéneres evolutivos más cercanos. La misma heterogeneidad caracteriza a la ciencia. Bajo la cubierta de los mismos términos los científicos que trabajan en un mismo programa de investigación frecuentemente sostienen puntos de vista muy diferentes.

Conforme la explicación del cambio científicos que se ha ido esbozando, los grupos de científicos deben distinguirse de los sistemas conceptuales que producen, y los dos deben ser estudiados por separado. Ambos forman linajes aparentemente heterogéneos que pueden cambiar a través del tiempo. Un grupo de investigación puede persistir aunque los miembros más antiguos se vayan y se integren otros nuevos. Los linajes conceptuales no son menos heterogéneos. En cualquier momento pueden contener elementos contradictorios, y un enunciado individual puede dar lugar, a través de replicaciones sucesivas, a otro enunciado individual que lo contradiga. Aquí Hull plantea el problema de caracterizar sin ambigüedades a un linaje particular, sea social o conceptual. Para ello propone la solución del espécimen tipo.

Cuando los sistemáticos se encuentran con una especie previamente desconocida, seleccionan un espécimen cualquiera y lo designan espécimen tipo. En ningún sentido tiene que ser «típico», sino que únicamente determina a que especie se le aplica un nombre dado. No importa lo aberrante que pueda resultar un espécimen tipo; este pertenece a una especie particular y a ninguna otra: es un nódulo en una red genealógica. Pero las especies biológicas son también trozos de la red genealógica y como tales se consideran particulares espacio-temporales, y no clases o tipos. De la misma manera que un organismo como Moisés, una especie como el *Dodo ineptus* tiene un principio, un medio y un fin. Un nombre puede atarse rígidamente a ella durante cualquier corte temporal de su existencia. Si se elige un nombre, éste puede aplicarse a un linaje durante su existencia, sin importar cuanto pueda cambiar, o dividarla, dándole a cada subdivisión un nombre aparte.

Se podría optar por dividir un organismo en etapas secuenciales y darle un nombre a cada una, así como se puede dividir un linaje que evoluciona gradualmente en cronoespecies sucesivas, dándole a cada una un nombre diferente, pero la lógica de la situación permanece igual. El linaje es básico, mientras que los caracteres que describen a las entidades que forman parte del linaje son secundarios. El método del espécimen tipo se adapta muy bien a las entidades históricas porque ambas, la entidad nombrada y la transmisión subsecuente de su nombre de eslabón en eslabón, forman entidades históricas que pueden ser rastreadas, independientemente del cambio de significado, para ver si en el pasado de intersecan de la forma en que se afirma.

El espécimen tipo no funciona tan bien para los términos que son genuinamente generales porque las entidades a las que se refieren no son ellas mismas entidades históricas. Por ejemplo, las sustancias agua y oro pueden existir en cualquier lugar del universo, siempre y cuando las condiciones sean adecuadas. No son cortes espaciotemporales de un continuo. Si el cambio conceptual en la ciencia se toma en serio como un proceso selectivo, puede usarse algo similar al método del espécimen típico. Para ello hay que individualizar a los individuales terminológicos en árboles de términos únicamente sobre la base de la transmisión. Cita como ejemplo los individuales de «pangene», que pueden transcribirse como «gene».

Si se quiere tratar el cambio conceptual como un proceso selectivo los individuales terminológicos deben agruparse en linajes y en árboles mediante la transmisión.

La primera parte del modelo de Hull es una buena descripción de la conducta de los científicos, pero si la intentamos aplicar a periodos de tiempo distintos del actual resulta problemática. En los siglos XVII y XVIII resulta complicado definir que sería la adecuación inclusiva conceptual, pues, aun cuando los distintos autores se citan unos a otros, no lo hacen según unas reglas académicas bien establecidas, y la apropiación de ideas es algo bastante común.

La distinción entre replicadores, interactores y linajes pensamos que es muy interesante, pero cuando Hull la aplica a la evolución conceptual lo hace de una manera poco clara, e incurriendo en contradicciones:

- No está nada clara su definición de replicador conceptual. No solamente engloba teorías, leyes e hipótesis, sino incluso metodologías. No distingue entre teorías de distinto nivel, ni tiene en cuenta que las teorías incluyen leyes y conceptos. Pensamos que el replicador tiene que ser un elemento discreto, indivisible, que pueda cambiar en sí mismo, y cambiar también su situación respecto a la estructura de la que forma parte, combinándose de

forma distinta con otros replicadores: el replicador conceptual debe ser el concepto. Puedan así seguirse linajes conceptuales a través del tiempo y ver los cambios que sufren. El concepto de «gen» ha sufrido cambios importantes desde Mendel a nuestros días. El concepto de «estrato» no ha variado demasiado de Steno a nuestros días, pero sí ha variado mucho su situación relativa en los complejos teóricos de los que forma parte.

- El interactivo tiene que ser una estructura compleja, que contenga a los replicadores y que interactúe con el ambiente. Proponemos que los interactivos sean las teorías. Las teorías son estructuras complejas, que contienen a los conceptos, que interactúan con el ambiente y que compiten con otras teorías para la resolución de problemas. Los científicos, junto con los libros, los artículos, la docencia o internet, formarían parte de los medios a través de los cuales se reproducen las teorías, y se transforman selectivamente.
- Hull no define demasiado bien los linajes conceptuales. Proponemos como linajes a las grandes unidades teóricas, en el seno de las cuales se reproducen y evolucionan las teorías. De las grandes unidades teóricas propuestas (paradigmas, programas de investigación, tradiciones de investigación) pensamos que las TI son las más adecuadas, pues su relativa flexibilidad permite compaginar continuidad y cambio. Además, la distinción de Laudan entre los problemas empíricos y conceptuales en el seno de las TI permite analizar bien su relación con el medio ambiente intelectual, su «adaptación» y la competencia con otras teorías, tanto de la propia TI como de otras TI rivales.

Resulta interesante la manera como Hull soluciona el problema de la intencionalidad en la evolución selectiva conceptual. Es un argumento a tener en cuenta el que dice que la selección natural se produce sobre variaciones al azar que se producen en los genes, mientras que en la selección conceptual las variaciones en los conceptos no son producto del azar, sino de la intencionalidad de los científicos en producir conceptos (y teorías) con mayor capacidad de solucionar problemas. Hull argumenta que en la selección artificial que realizan criadores y granjeros (fenómeno a partir del cual llegó Darwin a la idea de selección natural) hay una actividad claramente intencional, y ello no es óbice para admitir que la selección natural y la artificial se base en los mismos mecanismos biológicos. También dice Hull, por otra parte, que en su intento de producir ideas novedosas y solucionar problemas, los científicos producen gran número de ideas y conceptos, y después seleccionan entre ellos.

En un momento dado dice que hay que distinguir entre los grupos de científicos de los sistemas conceptuales que producen y que ambos sistemas pueden formar linajes. Esto es exactamente lo que pretendemos, pero en el seno de los

linajes conceptuales (las TI) los conceptos no van por libre, sino organizados en el interior de teorías, que son las que interaccionan con el medio y compiten con otras para solucionar problemas, de la misma manera que los genes se alojan en el interior de organismos.

Robert Richards y Donald Campbell

Richards y Campbell han desarrollado un modelo propio [RICHARDS, 1987; CAMPBELL, 1974]. Según el modelo de Toulmin, la entidad análoga a la especie que evoluciona es la disciplina intelectual. Pero esta es una mala analogía. Las disciplinas intelectuales están compuestas de teorías heterogéneas, métodos y técnicas, mientras que una especie es una población de individuos que se cruzan entre sí y que tienen una similitud genética y fenotípica. Las disciplinas, además, están organizadas formalmente en subdisciplinas y en especialidades que se traslapan y compiten entre sí, y que a su vez están entrelazadas por redes invisibles de comunicación.

Las disciplinas se parecen más a los nichos ecológicos en evolución, constituidos por especies parásitas, simbióticas y en competencia. La analogía correcta es entre especie y sistema conceptual, que puede ser un sistema de conceptos teóricos, prescripciones metodológicas y fines generales. El acervo genético que constituye tal especie es el conjunto de ideas individuales que están unidas en genotipos o individuos genómicos por medio de la compatibilidad lógica y de implicación y de nexos de pertinencia empírica.

Los genotipos biológicos varían debido a sus componentes, los genes, y las relaciones específicas de ligamiento que los organizan; estos fenotipos despliegan diferentes fenotipos, dependiendo de las ligeras diferencias de sus componentes y de las relaciones entre componentes, y dependiendo de su reacción ante ambientes modificados. Análogamente, la representación cognoscitiva de una teoría científica, variará de un científico a otro en razón de las ideas ligeramente diferentes que la constituyen, sus relaciones y el cambiante ambiente intelectual y social que la apoye. Así, aunque tanto Darwin como Wallace propusieron específicamente la misma teoría evolucionista, los componentes de sus respectivas representaciones no eran exactamente los mismos.

Si un modelo historiográfico del desarrollo científico propone que los sistemas conceptuales, al igual que las especies biológicas, evolucionan frente a un problema ambiental, entonces este modelo, para apegarse a la analogía darwiniana, debe incluir un mecanismo que dé cuenta del cambio adaptativo en el pensamiento científico. Donald Campbell ha desarrollado una teoría psicológica de la producción y selección de ideas que satisface esta exigencia. Su mecanismo de

«variación ciega y retención selectiva» no sólo ilumina un aspecto fundamental del pensamiento creativo en la ciencia, sino que, como una consecuencia inesperada, también explica porque algunas ideas parecen (como cree Toulmin) preadaptadas a las tareas intelectuales que deben desempeñar.

En el esquema darwiniano, las especies se vuelven aptas para resolver los problemas de su medio ambiente mediante variaciones casuales y perpetuación selectiva. Campbell supone que el pensador creativo muestra mecanismos cognoscitivos equivalentes; estos mecanismos generan ciegamente soluciones posibles a los problemas intelectuales, seleccionan los ensayos de pensamiento mejor adaptados y reproducen consecuentemente el conocimiento adquirido en las ocasiones apropiadas.

Un postulado distintivo de este modelo es que las variaciones cognoscitivas se producen ciegamente, es decir, que los ensayos de pensamiento iniciales no se justifican por inducción del ambiente, o por ensayos previos, o por la eventual aptitud o el orden estructurado que debe ser explicado. La producción de las variaciones de pensamiento por parte del científico es entonces precisamente análoga a las mutaciones casuales y a las recombinaciones de la evolución orgánica.

Para pasar de la concepción esquemática de Campbell al modelo historiográfico que propone el autor se prescriben los siguientes postulados:

1. La generación y la selección de las ideas científicas debe entenderse como el resultado de un mecanismo de retroalimentación. Este mecanismo generará ideas de una manera más prejuiciado que puramente casual. Esto se debe a que, sin algunas restricciones en la generación, un científico puede producir una infinidad de ideas que prácticamente no tienen probabilidades de dar con la solución ni siquiera del problema más simple. Análogamente, ni las mutaciones ni las recombinaciones de genes ocurren de una manera totalmente casual. Las restricciones para la producción de ideas están determinadas por los caprichos de la educación y las conexiones intelectuales, el medio social, las predisposiciones psicológicas, las teorías previamente establecidas y las ideas recientemente seleccionadas. Este postulado sugiere que si bien las ideas pueden aparecer como por arte de magia, su generación no está libre de reglas y puede ser comprendida por el historiador.
2. Pensar científicamente es dirigir la mente hacia la solución de los problemas que plantea el medio ambiente intelectual. Las ideas nuevas no se producen en un ambiente donde las situaciones preceptuales o teóricas están resueltas; para que ocurra el pensamiento creativo debe haber una matriz cognoscitiva no resuelta, problemática. El medio ambiente percibido debe estar cambiando.

3. Las ideas y las teorías bien articuladas se generan originalmente y se seleccionan dentro del dominio conceptual del científico individual. Solamente después de que un sistema de ideas ha sido introducido en la comunidad científica tiene efecto en el escrutinio público. El ambiente conceptual más amplio que establece la comunidad puede presentar situaciones problemáticas y normas de supervivencia competitiva algo diferentes. Sin embargo, en la medida en que los ambientes problemáticos del individuo y los de la comunidad coincidan, las ideas y las teorías individualmente seleccionadas serán aptas para la vida en comunidad.
4. Si este modelo ha de usarse para interpretar la adquisición del conocimiento en la ciencia, entonces se debe suponer que los componentes de la selección actúan de acuerdo con ciertos criterios esenciales: consistencia lógica, coherencia semántica, normas de verificabilidad y falsabilidad y coherencia observacional: forman un subconjunto necesario de criterios que gobiernan el desarrollo del pensamiento científico a lo largo de su historia. Sin embargo, estos criterios de selección son ellos mismos el resultado de una generación previa y de una selección continua de ideas, procesos a través de los cuales la ciencia desciende de la protociencia, de la misma manera que los mamíferos descienden de los reptiles.

Para evaluar la viabilidad del modelo, Richards [1987] propone compararlo con el modelo de Lakatos de programas de investigación científica (PIC). Lakatos formuló su modelo con el propósito explícito de interpretar la historia de la ciencia como racionalmente progresiva. Escoge una unidad de análisis mayor que la teoría aislada, puesto que reconoce que las ideas no pueden ser evaluadas al margen de los conceptos auxiliares que especifican las condiciones normales, la evidencia relevante y la pertinencia teórica. Este esquema conceptual más amplio, el PIC, es la entidad que debe juzgarse como progresiva o degenerativa, como competidora de otros programas y como base de la evaluación de la racionalidad.

Según el autor, una comparación del PIC con el MSN podría dejar clara la ventaja de este último:

- El PIC es esencialmente inmutable; su núcleo duro permanece estable y define el periodo de la existencia del programa. Por ejemplo, en el programa de Darwin el mecanismo de la selección natural puede ser considerado como un principio nuclear. No obstante, desarrolló y utilizó otros mecanismos antes de dar con la selección natural, y, después de haber formulado este principio clave continuó modificando su lógica y su objeto de aplicación. El MSN permite este tipo de alteración. Los sistemas conceptuales en evolución pueden sufrir cambios fundamentales, cambios más básicos que

el simple ajuste de principios periféricos. El MSN favorece la expectativa de que la introducción de ideas fundamentales alterará los principios más remotos del sistema en desarrollo, y que los cambios de estos últimos afectarán a su vez a los principios centrales.

- El PIC califica un programa como no degenerativo solamente si continua haciendo predicciones nuevas, que son confirmadas empíricamente. Si este criterio hubiera sido aplicado en el siglo XIX, habría aconsejado el rechazo inmediato del sistema conceptual de Darwin, porque su teoría no hacía predicciones reales. El MSN interpreta un sistema conceptual como progresivo por las mismas razones por las que podemos considerar que lo son los sistemas biológicos: porque continúan resolviendo problemas de su medio ambiente.
- El PIC arranca los sistemas conceptuales de sus situaciones históricas. La única relación que puede existir entre dos sistemas es la de la oposición fundamental. No hay un sentido en que los sistemas conceptuales puedan desarrollarse en diferentes sistemas, o desprenderse de un sistema matriz, o mezclarse con sistemas cercanos para formar un sistema híbrido. Estas relaciones históricas vitales son oscurecidas por un modelo esencialista del tipo representado por el PIC, pero son subrayadas por el MSN.
- El PIC estipula que los sistemas conceptuales sean juzgados como soluciones a problemas solamente si cumplen ciertos criterios contemporáneos de aceptabilidad científica, y exige que todos los criterios de la razón científica se ajusten a los nuestros. El MSN establece varias normas de evaluación: algunas propias de la concepción que el científico tiene de sus problemas; otras que funcionan dentro de la comunidad de la época, y las utilizadas por las comunidades subsiguientes, incluyendo la nuestra.

Nuestro modelo

El modelo que proponemos, y cuyas aplicaciones desarrollaremos en posteriores trabajos, sintetiza elementos de los modelos de Laudan, Toulmin, Hull, Richards y Campbell. De hecho ya hemos adelantado algunas cuestiones al comentar el modelo de Hull.

Las grandes unidades de estudio para la historia y la filosofía de la ciencia pensamos que deben ser las tradiciones de investigación (TI), caracterizadas al modo de Laudan por una ontología y por una metodología propia. Las TI van a jugar el papel de linajes conceptuales, tal como Hull los define, aunque no los aplica en su modelo de forma clara.

En nuestro modelo los replicadores van a ser los conceptos, que van a jugar un papel análogo a los genes en la evolución biológica. Los conceptos se replican y se transmiten en forma variada (libros, artículos, conferencias, etc.), pero pueden hacerlo de forma invariable o mutando. La mutación del concepto puede ser fortuita, y oportunista. Por ejemplo, el concepto de «estrato» procede del de «sedimento», el cual a su vez «mutó» de un concepto médico, la sedimentación que se produce en la orina. El cambio científico se produce en «poblaciones conceptuales» tal como las definió Toulmin.

Los conceptos están alojados en teorías como los genes lo están en organismos. Las teorías van a ser los interactores según la definición de Hull: estructuras complejas que contienen a los replicadores y que interaccionan con el ambiente. Cuando hablamos de ambiente no hay que entender solo el medio «científico», sino el intelectual, filosófico y social en el cual las teorías van a desarrollarse y reproducirse. Los científicos, libros, artículos, docencia o internet serían medios a través de los cuales se reproducen las teorías y se transforman selectivamente.

Cuando aparece una teoría nueva, t_2 , a partir de una progenitora, t_1 , ambas forman parte de un mismo linaje o TI. El paso de la t_1 a la t_2 viene dado por una mutación conceptual: algunos conceptos habrán cambiado y otros no, pero t_1 y t_2 compartirán una ontología y una metodología características de la TI de la que forman parte. El medio (científico, intelectual y social) seleccionará a la teoría con mayor capacidad de solución de problemas, y por tanto seleccionará a los conceptos de los que esta teoría sea portadora.

En la aplicación del modelo que proponemos daremos especial importancia a los siguientes aspectos:

- El medio científico, intelectual y social en el cual va a desarrollarse el proceso de cambio científico que pretendemos estudiar. El medio puede a su vez estar sometido a cambios.
- La delimitación de las TI, definidas por una metodología y una ontología características.
- La génesis y la evolución conceptual.
- La transformación de teorías en el seno de una TI.
- La selección de las teorías en función de los conceptos de los que son portadoras.
- La eventual extinción de las TI y la posible supervivencia de algunos conceptos en el seno de otras TI emparentadas.

Aplicar y poner a prueba los modelos

En publicaciones recientes, Laudan [1992, 1996] ha expuesto su teoría de la evaluación comparativa de las teorías científicas, así como su tesis sobre la unidad estructural sobre ciencia y filosofía. Las teorías filosóficas (en nuestro caso de filosofía de la ciencia o epistemología) deben ser evaluadas de la misma forma que las teorías científicas, y una buena manera de realizar esta evaluación es la comparación entre teorías rivales.

Vamos a comparar nuestra hipótesis con los modelos de Toulmin, de Hull, de Campbell-Richards y de Thagard. Para esta comparación tendremos en cuenta básicamente dos elementos:

1. La atribución explícita o implícita de los papeles de Replicador, Interactor y Linaje.
2. Los mecanismos de variación y selección, así como la relación entre ellos.

Nuestra hipótesis versus Toulmin

Tal como hemos descrito, el modelo de Toulmin se construye a partir de tres ideas fundamentales. Las «empresas racionales», las «poblaciones conceptuales» y los «conceptos». Las «empresas racionales» serían los grandes marcos en los que tiene lugar el proceso, y las «poblaciones conceptuales» irían cambiando en función de los cambios en los «conceptos».

Las «empresas racionales» se caracterizarían por una sucesión de «poblaciones conceptuales», y serían por tanto los Linajes. En nuestro modelo, los Linajes serían las Tradiciones de Investigación (TI) en la definición dada por Laudan de las mismas. Pero la definición de «empresa racional» es vaga y difusa, y no incorpora, al menos explícitamente, cuestiones metodológicas. Históricamente es difícil delimitar las «empresas racionales», y es mucho más fácil y operativo hacerlo con las tradiciones de investigación.

Las «poblaciones conceptuales» de Toulmin serían las especies biológicas. Los «conceptos» de Toulmin, los organismos. Habla de una «ecología intelectual» que proporcionará un medio ambiente, pero no queda claro quién interactúa. Además, si los conceptos juegan el papel de organismos ¿Qué entidad jugará el papel análogo a los genes?

En nuestra hipótesis introducimos las teorías, como conjunto organizados de conceptos (no solamente como poblaciones de los mismos). Las teorías interactúan con el medio ambiente (como los organismos) y son objeto de la selección, pero nuestros conceptos (como los genes) se replican. Podemos seguir genealo-

gías de organismos, y genealogías de genes: de la misma manera podemos elaborar genealogías de teorías, pero también genealogías de conceptos.

El modelo de Toulmin permite hacer genealogías de conceptos, pero no de teorías. Además, en sus genealogías de conceptos trasluce la inadecuación de la asimilación de los «conceptos» a los organismos. Vemos en ocasiones que los conceptos aparecen, o mutan a partir de otros: esto no ocurre con los organismos, sino con los genes.

Además, en el modelo de Toulmin se da un acoplamiento entre los procesos de variación y de selección, que pone en duda que sea realmente un mecanismo darwiniano. En nuestro modelo no se da tal acoplamiento. Los conceptos pueden variar por causas azarosas (dentro de unos límites) y puede considerarse las causas del cambio y los elementos de la selección como elementos desacoplados.

Nuestra hipótesis versus Hull

Tal como hemos señalado, hemos tomado de Hull los conceptos de interacto, replicador y linaje. Las diferencias estriban a la hora de asignar los elementos del cambio científico que corresponden a estos conceptos.

En el modelo de Hull la definición de replicador es muy vaga: «creencias acerca de los objetivos de la ciencia, las maneras apropiadas para alcanzar estos objetivos, los problemas y sus posibles soluciones, los modos de representación, y así sucesivamente». Creencias, métodos, problemas y soluciones, cuatro elementos muy dispares y heterogéneos. En nuestro modelo, al asignar el papel de replicador a los conceptos, damos mayor concreción y operatividad.

En el modelo de Hull los interactores son los científicos. Pero los científicos se esfuerzan en resolver problemas y esto forzosamente introduce una cuestión intencional, ajena a los modelos darvinistas y que nos remite a un modelo lamarckista. En nuestro modelo los interactores son las teorías, mientras que los científicos (junto con los libros, los artículos o internet) son los medios por los cuales las teorías se reproducen.

Finalmente en el modelo de Hull los linajes no están definidos.

Con respecto al problema de la intencionalidad Hull es consciente de que sus interactores científicos actúan de forma deliberada, dejando muy poco espacio al azar, y argumenta que en la selección artificial, practicado por granjeros y ganaderos, también se da este proceso intencional, lo que no invalida los procesos biológicos que subyacen. Es una argumentación hábil, pero que no cierra la contradicción. En nuestro modelo, al considerar a las teorías como interactoras, la intencionalidad desaparece. Que no haya intencionalidad no significa que no haya

causa: las mutaciones biológicas también tiene causa (de lo contrario serían milagros), pero esta causa no tiene nada que ver con la futura selección.

Nuestra hipótesis versus Richards y Campbell

Nuestro modelo tiene más en común con el Richards y Campbell que con cualquiera de los expuestos. Su analogía fundamental es entre especie y sistema conceptual. Pero un sistema conceptual es una entidad algo vaga: una teoría puede considerarse un sistema conceptual, pero una TI también. Sin embargo la TI incorpora, junto a los conceptos, a las metodologías.

En nuestro modelo asignamos a las TI un papel parecido al de las especies o poblaciones, y a las teorías un papel análogo al de los organismos, con lo cual clarificamos mucho más la analogía evolutiva que en el modelo de Richards y Campbell.

En el modelo de Richards y Campbell, al igual que en el nuestro, las variaciones conceptuales pueden producirse al azar, lo cual no significa que se produzcan sin causa, sino que estas causas están desacopladas con respecto a la selección. Las variaciones en los conceptos provocan cambios en las teorías, como las variaciones en los genes provocan cambios en los organismos. El medio natural selecciona a los organismos como el medio intelectual y social selecciona a las teorías.

Por otra parte, en el modelo de Richards y Campbell, los papeles de replicador y de linaje no están definidos de forma nítida.

Nuestra hipótesis versus Thagard

Tal como habíamos señalado, el modelo de Thagard no comparte la analogía evolutiva, sino que introduce elementos propios de las ciencias de la computación, pero la utilización del concepto como elemento «unidad» del cambio científico introduce proximidades y comparaciones.

En nuestro modelo el concepto es el replicador, y lo asimilamos al gen. Los sistemas de conceptos forman las teorías. En el modelo de Thagard, aunque el concepto no se asimila al gen (no hay analogía biológica), se toma como elemento particulado fundamental. Así, los sistemas de conceptos se representan mediante «mapas conceptuales», formados por conceptos y reglas de correspondencia.

En nuestro modelo los conceptos surgen por «mutación» o «recombinación» de los existentes. En el de Thagard por «mecanismos de combinación conceptual». Las diferencias importantes vienen a partir de aquí. Para Thagard los cambios en los conceptos se van acumulando hasta generar una reorganización totalmente nueva del esquema conceptual, lo cual da origen a teorías nuevas. Pero este modelo es puramente interno: no explica porqué los nuevos conceptos tienen éxito y se extienden, o desaparecen. De hecho no explica, describe.

En nuestro modelo, al tener en cuenta el «medio», podemos considerar los mecanismos selectivos que hacen que determinados conceptos hagan «competitivas» a ciertas teorías y les confieran más éxito para solucionar problemas y para adaptarse mejor a los estándares admitidos de cómo deben solucionarse estos problemas.

Agradecimientos

Agradezco a mi amiga y colega Carme Olive su asesoramiento en la redacción del *Abstract*.

BIBLIOGRAFÍA

- BARONA, J.LL. (1994) *Ciencia e Historia*. Seminari d'estudis sobre la ciencia, Valencia.
- BRONCANO, F. (1995) «La naturalización de la razón». En: León Olive (ed.) *Racionalidad epistémica*. Madrid, Ed. Trotta, 223-243.
- CAMBELL, D. (1974) «Evolutionary Epistemology». En: Paul A. Schilpp (comp.) *The Philosophy of Karl Popper*, vol. 14, libros I y II, The Library of Living Philosophers, La Salle, Ill., Open Court Publishing Company, 413-463.
- CARNAP, R. (1932) «Psicología en lenguaje fisicalista». En: A.J. Ayer, *El positivismo lógico*, 171.
- ECHEVERRÍA, J. (1999) *Introducción a la metodología de la ciencia: la filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Madrid, Ed. Cátedra.
- ESTANY, A. (1990) *Modelos de cambio científico*. Barcelona, Ed. Crítica.
- ESTANY, A. (1993) *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Barcelona, Ed. Crítica.
- GIERE, R.N. (1986) «Cognitive Models in the Philosophy of Science». En: A. Fine y P. Machamer (eds.) *PSA 1984*. East Lansing, Michigan, PSA, vol. II, 322.
- GIERE, R.N. (1988) *Explaining Science: a cognitive approach*. Chicago-London, The University of Chicago Press.
- HEMPEL, C.G. (1969) *On the Structure of Scientific Theories*. East Lansing, Michigan State University Press.
- HEMPEL, C.G. (1973) *Filosofía de la Ciencia Natural*. Madrid, Alianza Editorial.
- HULL, D. (1988) «A Mechanism and Its Metaphysics: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science». *Biology and Philosophy*, 3, 123-155.
- KUHN, T.S. (1975) *La estructura de las revoluciones científicas*. México-Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- KUHN, T.S. (1982) *La Tensión Esencial: Estudios sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México-Madrid, Fondo de Cultura Económica.

- LAKATOS, I. (1982) *Escritos Filosóficos: 1. La Metodología de la Programas de Investigación Científica*. Madrid, Alianza Editorial.
- LAUDAN, L. (1986) *El progreso y sus problemas*. Madrid, Ed. Encuentro (1ª Edición inglesa, 1977).
- LORENZ, K. (1941) «Kants Lehre vom Apriorischem im Lichte gegenwärtiger Biologie». *Blätter für Deutsche Philosophie*, 15, 94-125.
- NEURATH, O. (1932) «Proposiciones protocolares». En: A.J. Ayer, *El positivismo lógico*, 205-214.
- PÉREZ RANSANZ, A.R. (1993) «Modelos de cambio científico». En: Ulises Moulines (ed.) *La ciencia: estructura y desarrollo*. Madrid, Ed. Trotta, 181-202.
- POPPER, K.R. (1985) *La lógica de la Investigación Científica*. Barcelona, Editorial Laia (1ª edición inglesa 1959).
- QUINE, W.V. (1969) «Epistemology Naturalized». En: *Ontological Relativity and Other Essays*. New York, Columbia University Press, (v.e. *La Relatividad Ontológica*, Madrid, Tecnos).
- QUINE, V.O. (2001) *Acercas del conocimiento científico y otros dogmas*. Ediciones Paidós y ICE/UAB, Barcelona.
- RICHARDS, R.J. (1987) «The Natural-Selection Model and Others Models in the Historiography of Science». Apéndice I de *Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 559-594.
- TOULMIN, S. (1977) *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid, Editorial Alianza.

