

TEMA DEL DÍA

POPPER Y KUHN: VEINTE AÑOS DESPUÉS. REFLEXIÓN DIDÁCTICA EN EL CENTENARIO (1902-2002) DEL NACIMIENTO DE KARL R. POPPER *Popper and Kuhn: twenty years after. In the Karl R. Popper birth centennial (1902-2002) teaching reflection*

Leandro Sequeiros (*)

RESUMEN:

En 1902 nació cerca de Viena Karl Raimund Popper, uno de los filósofos de la Ciencia más influyentes en el siglo XX. Con ocasión del centenario de Popper, y veinte años después de un trabajo del autor (Sequeiros, 1981) sobre las relaciones entre Popper y Kuhn, se proponen unas reflexiones sobre la persistencia de la epistemología popperiana y kuhniana en la didáctica de las Ciencias de la Tierra.

ABSTRACT:

Karl Raimund Popper, born near of Vienna in 1902, has been considered as one of the most influential Science Philosophes in the XXth century. Twenty years after the other paper of the author (Sequeiros, 1981) around the relations between Popper and Kuhn, the Popper's centennial, offers the opportunity of some reflections about the persistence of kuhnian and popperian epistemology in the Earth Sciences teaching.

Palabras clave: Popper, Kuhn, Epistemología, Enseñanza, Falibilidad, Falsación, Ciencias de la Tierra.
Keywords: Popper, Kuhn, Epistemology, Teaching, Falibility, Falsation, Earth Sciences.

INTRODUCCIÓN

En el año 1980 se celebró en la Facultad de Geología de la Universidad Complutense, gracias al tesón y al entusiasmo del ahora Presidente de Honor de AEPECT, profesor Francisco Anguita Virella, el *I Simposio Nacional sobre la Enseñanza de la Geología*. Las Actas del Simposio fueron publicadas por el Servicio de Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid un año más tarde (Anguita, edit., 1981). En este primer Simposio presenté (Sequeiros, 1981) una comunicación sobre las figuras de Popper y de Kuhn y sus implicaciones en la epistemología de la enseñanza de la Geología.

Varias son las razones que me inclinaron a presentar esta comunicación en el citado Simposio: por una parte, unos años antes había tenido lugar un Congreso en Burgos sobre la obra de Popper (Boyer, edit.1970) que despertó en muchos ambientes intelectuales la curiosidad y el interés por el conocimiento del gran epistemólogo austríaco.

Por otra parte, en 1975 se había publicado la segunda edición en castellano de *La Estructura de las Revoluciones Científicas* de Thomas Samuel Kuhn (Kuhn, 1975). La primera edición española, en 1971, tuvo muy escasa repercusión en España. Eran los años en que en la Universidad de Zaragoza se iniciaba el Seminario de Historia de la Ciencia en la que los geólogos tenían una gran participación. Y el

libro de Kuhn fue una lectura obligada y fecunda para muchos de los participantes.

Pero hay otra razón que en España no se comprendió hasta ese año, 1975. En esta fecha se publicó en castellano un volumen que suele considerarse "clásico" entre los filósofos de la ciencia. Se trata de las Actas del *Seminario Internacional de Filosofía de la Ciencia*, que tuvo lugar en Bedford College (Princeton) en 1965 (Lakatos y Musgrave, edit. 1975). En este memorable Seminario se enfrentaron abiertamente las concepciones epistemológicas de Popper y Kuhn. Sin embargo, el debate no fue estéril. Ambos aceptaron las críticas y matizaron sus tesis filosóficas. Algunos autores (Estany, 1990, Suppe, 1991) opinan que el Kuhn de *La Tensión Esencial* (Kuhn, 1977, 1982) y el Popper de *Búsqueda sin término* (Popper, 1974, 1977) han matizado e incluso rectificado algunas posturas que mantenían desde los años sesenta.

En los años setenta y ochenta, tan politizados, la figura de Popper (ya entonces profesor jubilado), por su defensa de los valores del liberalismo y de los Estados Unidos, era rechazada emocionalmente por los que se consideraban políticamente de izquierda, mientras que éstos asumían las ideas del joven e brillante Thomas S. Kuhn (sobre todo, por las resonancias de la palabra "revolución" y por las acusaciones de "extremista" que se le hicieron en Bedford College). De alguna manera, pervivía en

(*) Departamento de Filosofía. Facultad de Teología. Apartado 2002. 18080 Granada. Correo electrónico: lsequeiros@probesi.org

esos tiempos una visión simplista y dual de la realidad en la que Popper era el “malo” en esta historia y Kuhn era el “bueno”. Esta visión subyace en la comunicación citada (Sequeiros, 1981) que es más fruto de la ingenuidad y la inexperiencia que de un conocimiento a fondo de los autores. Recuerdo ahora que en la lectura de la Comunicación mantuve un jugoso debate con el profesor y paleontólogo Josep Gibert (Sabadell) sobre algunos aspectos positivos de la filosofía de Popper que me fueron de gran utilidad y que nunca pude agradecerle suficientemente.

Desde el *I Simposio sobre la Enseñanza de la Geología* han transcurrido más de veinte años. Y muchos acontecimientos se han sucedido desde esas fechas. El tiempo permite mirar con perspectiva los acontecimientos históricos. Además, tanto Popper como Kuhn vivían en los años 80. Popper falleció en 1994 y Thomas Kuhn fue víctima del cáncer (por sus excesos con el tabaco) dos años más tarde, en 1996 (Sequeiros, 1996). Desde 1980 hasta la fecha son muchos los trabajos de Popper y de Kuhn que han sido editados en castellano, así como son abundantes las aportaciones críticas a ambos autores (Suppe, 1991; Solís, 1998). Esto ha hecho que la edición de nuevos trabajos inéditos, la mayor reflexión serena sobre los mismos y las investigaciones sobre el pensamiento de Kuhn y Popper hayan ayudado a situar en su dimensión las dos figuras.

Precisamente, en 1994 tuvo lugar en Córdoba el VIII Simposio sobre la Enseñanza de la Geología, en el cual se volvía al mismo asunto (Sequeiros, 1994). Precisamente, en los días en que tenía lugar el Simposio, Karl R. Popper fallecía en Londres. Con los ajeteos del Simposio su pérdida casi pasó desapercibida.

Pero en este año de 2002 el mundo científico, filosófico y educativo recuerda el centenario del nacimiento de Popper (Sequeiros, 2002). Se preparan múltiples congresos, simposios y publicaciones que glosarán su figura y su obra así como la herencia intelectual de su pensamiento. Por ejemplo, entre los días 17 y 20 de abril se ha convocado un Congreso organizado por el Departamento de Filosofía de la Universidad Complutense de Madrid para “recordar y debatir críticamente su multifacético pensamiento e invita a todos los interesados, y muy especialmente a los profesores e investigadores de Iberoamérica, a participar en este Congreso Hispanoamericano”. No solo es pertinente el que la AEPECT y su revista, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, se hagan eco de esta celebración. También puede resultar de interés recuperar la memoria histórica de uno de los epistemólogos que más han contribuido, desde el punto de vista científico y desde el punto de vista educativo, a la construcción de la Didáctica de la Geología.

(1) Para los falibilistas hay que rechazar la pretensión de infalibilidad que se han atribuido los científicos y los filósofos. Ni las proposiciones de la ciencia ni de la filosofía son definitivas.

RASGOS BIOGRÁFICOS DE KARL R. POPPER

Karl Raimund Popper nació cerca de la ciudad de Viena, en Austria, el 28 de julio de 1902. Falleció en Londres con 92 años de edad el 17 de septiembre de 1994. Procedía de una familia acomodada de origen judío (Cortes y Riu, 1996; Artigas, 1998). Su infancia transcurre durante la Guerra Europea. Acabada la contienda, a los 16 años, decide abandonar la escuela y no continuar los estudios regulados. Se encuentra hastiado e insatisfecho de los conocimientos, de la educación y de los valores que se les inculcan a los escolares. Fiel a este principio, se matricula como “alumno libre” en la Universidad de Viena y asiste como oyente a cursos de historia, psicología, filosofía y literatura. Pero tampoco asiste con asiduidad a estas clases, pues lo que realmente le interesan son las matemáticas y la física. Hasta el año 1922 no se matricula como “alumno oficial” en la enseñanza superior.

En sus años jóvenes, como él mismo reconoce (Artigas, 1998, Popper, 1974, 1977: 243), vivió unos sucesos que le marcarán toda la vida. Pusieron los fundamentos de su concepción filosófica y de su idea del mundo. La conciencia de la vida obrera le hicieron simpatizar con el socialismo. E incluso, por espacio de dos o tres meses, se consideró a sí mismo como comunista.

Sin embargo, cuando apenas contaba 17 años, en 1919, (“el año crucial”, como escribe Popper) asistió a unos acontecimientos violentos de los comunistas que le desencantaron de éstos y los abandonó para siempre. Sobre todo, llegó a la convicción de que el marxismo no se asentaba sobre fundamentos “científicos”. Aún así, no renunció a lo mejor que aprendió entonces:

“El encuentro con el marxismo fue uno de los principales eventos de mi desarrollo intelectual. Me enseñó una serie de cosas que jamás he olvidado. Me reveló la sabiduría del dicho socrático: “yo sé que no sé”. Hizo de mí un falibilista y me inculcó el valor de la modestia intelectual. Y me hizo más consciente de las diferencias entre el pensar dogmático y el pensar crítico” (Popper, 1974, 1977: 49).

Este texto es particularmente interesante porque marca la línea de su tarea intelectual futura: la convicción del valor de la ciencia y junto con ella la afirmación del *falibilismo*¹, la fragilidad de todo conocimiento humano y la imposibilidad de la certeza. Por ello, en su juventud está convencido de que no es posible conocer “la verdad” sino sólo detectar el error. Con el tiempo, esta intuición se convertirá en su propuesta de que la *falsación* es el criterio de demarcación entre la *ciencia* y la *pseudociencia*.

Esta particular sensibilidad contra lo que se autodenomina como ciencia sin serlo se centrará más tarde en una particular aversión hacia las ideas de tres autores: Marx y el marxismo, Adler y la psicología individual y Freud y el psicoanálisis por considerar que carecen de las características metodológicas y racionales de la ciencia.

En el año 1928, el joven e impetuoso Popper presenta su Tesis Doctoral en la Universidad de Viena. El título de su trabajo expresa su preocupación por la problemática de la *verdad*, el fundamento del conocimiento humano (la epistemología), y la psicología: “*Sobre el problema del método en la psicología del pensar*”. Al año siguiente, 1929, consigue una habilitación para ser profesor de matemáticas y física en escuelas de enseñanza media. Por estas fechas toma contacto con algunos miembros del llamado *Círculo de Viena*, sobre todo con Víctor Kraft y Herbert Feigl, con quienes mantuvo intensos debates sobre filosofía de la ciencia. Fueron ellos los que animaron al joven Popper a redactar sus ideas y a publicarlas como libro. Efectivamente, Popper llevó al papel sus reflexiones, que debían titularse “*Los dos problemas fundamentales de la Teoría del Conocimiento*”, pero que no vieron la luz hasta el año 1979. Estos dos problemas, que están siempre presentes en sus libros, son: el problema de la *inducción* (es decir, cuál es el papel de la experiencia directa en la construcción de las teorías científicas) y el problema de la *demarcación* (es decir, cuál es el criterio para delimitar el verdadero conocimiento del falso conocimiento).

Estas ideas, discutidas luego con otros filósofos del *Círculo de Viena*, se convertirán más adelante en una de las obras más sólidas y fundamentadas de Popper: *La Lógica de la Investigación Científica* (Popper, 1962). Esta obra se consideró en su momento como un alegato contra el *Círculo de Viena*, pero en realidad es una propuesta razonada de una nueva teoría sobre lo que hay que entender por “conocimiento científico”: un conocimiento no “verdadero” ni siquiera “probablemente verdadero”, sino simplemente “hipotético”. Los problemas epistemológicos serán una de sus preocupaciones siempre.

La etapa madura de Popper (1936-1969)

Pero unos acontecimientos imprevistos harán cambiar el ritmo de la tarea intelectual de Popper. Éste y su esposa, por el motivo de la anexión de Austria por parte de Adolf Hitler, se ven obligados a abandonar precipitadamente la ciudad de Viena y huir a Inglaterra. Sin embargo, al ofrecerse a Popper un puesto de profesor en Nueva Zelanda, no duda en aceptar. En 1937 el matrimonio Popper viaja a las antípodas, a Christchurch, donde ocupará una plaza docente en el *Canterbury University College*.

La estancia neozelandesa fue muy feliz para Popper:

“Disfrutaba de una atmósfera maravillosamente tranquila y agradable para trabajar, y rápidamente me instalé para continuar el trabajo que había sido interrumpido durante varios meses. Gané una serie de amigos que estaban interesados por mi obra y que me animaron sobremanera.(....). Todos ellos se convirtieron en amigos de por vida” (Popper, 1977:150).

Entre ellos se cita a John Eccles, neurofisiólogo, con el que más tarde hará una de sus publicaciones más difundidas sobre el problema mente-cerebro (Popper y Eccles, 1980). Durante su estancia en Christchurch, Popper aplica las ideas metodológicas de *La Lógica de la Investigación Científica* a las ciencias sociales, con el objetivo de hacer una crítica fundada a las ideas del marxismo. Como resultado de estas reflexiones se publicaron dos libros en 1945: *Miseria del historicismo* y *La sociedad abierta y sus enemigos* (Popper, 1957, 1981; Popper, 1961,1973). El título inicial de esta obra era “Falsos profetas: Platón-Hegel-Marx”. El objetivo que perseguía Popper en ambos libros era exponer cómo el historicismo² había llevado al marxismo y al fascismo. Es curiosa la aversión de Popper hacia estos tres grandes filósofos (Platón, Hegel y Marx) a los que considera “nocivos” por su dogmatismo. Escribió estos libros como “contribución a la guerra”, suponiendo que, acabado el conflicto bélico, una de las necesidades más urgentes sería la de defender la libertad contra toda forma de totalitarismo y autoritarismo. (La experiencia neozelandesa de Popper está preciosamente descrita por él mismo: Popper, 1977:149-162).

La etapa neozelandesa de Popper fue breve: en 1946, es nombrado profesor de Lógica y Método Científico en una de las más prestigiosas instituciones británicas: la *London School of Economics and Political Science*, cargo que mantendrá hasta su jubilación, 23 años después, en 1969. Esta es la época de mayor actividad intelectual y la que recuerda como la más feliz de su vida y durante la cual pudo dedicarse enteramente al planteamiento de problemas filosóficos (Popper, 1977:164-166):

“Aunque he experimentado dolor y gran tristeza, como a todo el mundo le toca en suerte, pienso que como filósofo no he tenido una hora desdichada desde que volví a Inglaterra. He trabajado intensamente y con frecuencia me he sumergido en dificultades insolubles. Pero me he sentido inmensamente feliz hallando nuevos problemas, luchando con ellos y realizando algún progreso.(...) Sospecho que he sido el filósofo más feliz que jamás haya encontrado” (Popper, 1977:168).

(2) El historicismo, como corriente filosófica, subraya el importante papel desempeñado por el carácter “histórico” de la humanidad y, en ocasiones, de la Naturaleza entera. Para estos filósofos, la comprensión de cualquier fenómeno natural o social solo es posible dentro de lugar que ocupa en un proceso natural o social. Dentro del historicismo se encuentra filosofías tan distintas entre sí como la de Dilthey, la de Marx, la de Ernst Troeltsch, la de Karl Mannheim, etc.

En esta época se acentúa su crítica contra el neopositivismo y la filosofía del lenguaje, se opone también a diversas clases de epistemologías no realistas, como el fenomenismo, el idealismo, el pragmatismo, etc. En el año 1950 tiene la fortuna de viajar a EEUU donde discute con el anciano Albert Einstein (1879-1955) sobre problemas filosóficos de la nueva física, como el determinismo y el indeterminismo.

En 1962 ve la luz *El desarrollo del conocimiento científico: conjeturas y refutaciones*. En esta obra Popper describe cómo entiende el desarrollo científico: para él, la ciencia avanza mediante *conjeturas* en forma de hipótesis, cuya posible falsedad se intenta descartar sometiéndolas a una posible refutación (*falsación*) por los hechos empíricos.

Pero su esfuerzo intelectual no fue solitario. En sus años en la *London School of Economics and Political Science* Popper tuvo un extenso influjo sobre muchos de sus discípulos, como Imre Lakatos, W.W Bartley, Hans Albert, etc. Una amplia herencia intelectual que se continúa en la actualidad (Estany, 1990).

Una jubilación fecunda (1969-1994)

Los últimos 25 años de la larga vida de Karl Popper pueden definirse como una etapa vital e intelectual de fecunda jubilación. Primero como profesor emérito y luego como profesor jubilado, el entusiasmo por la investigación, el magisterio y la difusión de sus ideas no cesa. Una prueba de ello es que en cuando Popper tiene ya 90 años, en 1992, viajó hasta Japón para recibir de la Fundación Inamori, en Kyoto, un premio para “las artes creativas y ciencias morales” (Artigas, 1998:20-33).

En 1972, publica *Conocimiento objetivo* (Popper, 1974, 1982, 1988), dedicada al filósofo Alfred Tarski. Contiene una recopilación de artículos en los que, a partir del realismo crítico, propone su teoría del conocimiento sin sujeto cognoscente. Frente a la teoría tradicional que considera subjetiva por fundarse en la certeza, sostiene que el conocimiento no consiste tanto en el problema de cómo fundamos la certeza o la verdad, sino más bien en cómo se desarrolla y acrecienta el conocimiento científico. Esta se desarrolla por *conjeturas* que, en forma de hipótesis, se presentan como soluciones tentativas y provisionales a los problemas, acompañadas con argumentos críticos e intentos de *someterlas a prueba* para descartar su falsedad.

En esta época de remanso intelectual tras una vida llena de actividad, Popper reflexiona sobre la fundamentación de las ciencias sociales. A Popper le interesó sobremanera el problema del estatuto epistemológico de las ciencias económicas. En 1974 publica *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual* (del que ya se ha hablado más arriba), y en 1977, en colaboración con el fisiólogo y Premio Nobel, John Eccles, a quien había conocido en Nueva Zelanda, *El yo y su cerebro*, obra que plantea el problema de la interacción entre el cuerpo y la mente.

Desde el año 1975, Popper se dedicó a redactar diversos anexos y correcciones para nuevas ediciones de sus libros. En 1975, inicia la redacción de los apéndices a *La lógica de la investigación científica*. Estos se denominaron *Postscriptum: después de veinte años* (publicados en 1983, fueron editados en castellano en tres volúmenes: 1) *Realismo y el objetivo de la ciencia*, 2) *El universo abierto* y 3) *Teoría cuántica y cisma en la física*. (Popper, 1975). La edición corrió a cargo de su discípulo crítico W.W. Bartle. En ellos, Popper reelabora algunas de las teorías anteriormente expuestas: el problema del indeterminismo, del realismo, del objetivismo y de la teoría de la probabilidad, entre otros.

Resaltemos, para terminar, que en 1991, la Universidad Complutense de Madrid distinguió a Popper con el Doctorado *Honoris Causa*.

EL CONTEXTO FILOSÓFICO DE KARL POPPER

A Popper se le recuerda siempre como uno de los epistemólogos más innovadores que ha tenido la moderna filosofía de la ciencia. Para entender el alcance de su obra conviene situarlo en el contexto en que le tocó vivir. Popper se encontró en una encrucijada de pensamientos en la que supo orientarse y orientar.

Durante el principio del siglo XX, la filosofía de la ciencia estaba deslumbrada por las aportaciones del positivismo, materializado en la figura de Augusto Comte (1798-1857). Para éste la filosofía no es ni especulación sobre condiciones subjetivas constituyentes, ni esfuerzo por unificar la dispersión del Ser en la integridad del Todo. Para Comte, la conciencia humana ha ido pasando por tres *estados* sucesivos: el *estado teológico* o ficticio (mítico), el *estado metafísico* o abstracto (filosófico) y el *estado científico* o positivo. Cada uno generó su propia filosofía: la Teología, la Metafísica y la *Ciencia o Filosofía Positiva* (Alonso, 1999:107-114). Para el padre del positivismo, ni el método teológico ni el método metafísico (el primero por ficticio, el segundo por abstracto) pueden dar lugar al auténtico “saber”. Sólo el método positivo (método de la edad adulta del espíritu que supera a los anteriores) puede proporcionar verdadero conocimiento. Y esto es así porque el método positivo se basa estrictamente en la observación atenta y minuciosa de lo dado.

De ahí que, como ya expresara Hume, todo contenido cognoscitivo auténticamente tal haya de ser reductible en última instancia, a datos de la experiencia. Dado que las proposiciones metafísicas no son susceptibles de una reducción semejante, no podrán ser expresivas de un verdadero conocimiento. El *escepticismo metafísico* es también en Comte absolutamente claro.

Tampoco se entiende la obra de Popper sin acudir al empirismo radical de Ernst Mach (1838-1916). No es sencillo sistematizar el pensamiento de Mach. Éste sostiene una postura que ha sido de-

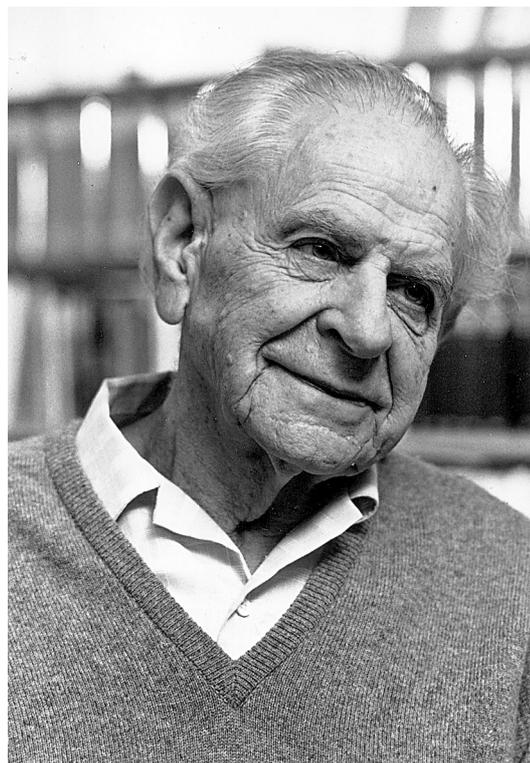
nominada *fenomenista*: Mach, muy pragmático, afirma que la ciencia solo trata acerca de “*fenómenos*”, es decir, de las *apariencias* tal y como se presentan a la experiencia sensible humana. Por ello, toda pretensión de la razón humana por alcanzar el conocimiento de una realidad que esté situada más allá de las apariencias, sería una pretensión “*metafísica*” imposible de ser realizada. Por eso, Mach, entre otras cosas, se opuso a la teoría atómica, pues le parecía que los “átomos” eran realidades metafísicas. Pero esto es solo una anécdota que en modo alguno hacen palidecer los innegables méritos de su pensamiento.

A pesar de sus incongruencias en muchos puntos, la influencia del racionalismo, del empirismo, del positivismo y del convencionalismo fue notable en la Europa de principios del siglo XX. En algunos casos, se crearon verdaderas “escuelas” de pensamiento. Así, en la década de 1920, el llamado *Círculo de Viena* promovió un fuerte desarrollo de la nueva filosofía de la ciencia. Sus miembros admitían los planteamientos empiristas y positivistas como fundamento epistemológico de la nueva filosofía del conocimiento, por lo que fueron denominados *neopositivistas*. El *empirismo* fue una de las tesis principales propuestas por el *Círculo de Viena*.

El manifiesto programático de este grupo de filósofos y científicos (*La concepción científica del mundo*) fue escrito por tres de sus impulsores, Rudolf Carnap (1891-1970), Hans Hahn y Otto Neurath. El manifiesto fue publicado en 1929 con ocasión de una Conferencia de la Sociedad Ernst Mach de Viena y de la Sociedad para la Filosofía Empírica de Berlín, que tuvo lugar en Praga.

Aparece así una corriente de pensamiento que impulsa el *empirismo lógico*, desarrollado en Austria en el período entre las guerras mundiales (1920-1940). Este empirismo insiste sobre todo en la vertiente lógica o epistemológica del empirismo en detrimento de la vertiente psicológica. Su máximo interés está en determinar el *criterio objetivo* de *validación*, *verificación* o justificación del conocimiento. Para los *neopositivistas* el lenguaje tiene mucha importancia. Es el lenguaje (las proposiciones verbales) las que determinan los contenidos del conocimiento. El núcleo central de este pensamiento lo constituye el llamado *principio de verificabilidad*, por el que se delimitan dos tipos de proposiciones: las proposiciones dotadas de sentido y las carentes por entero de sentido. Solo tienen sentido las proposiciones que pueden ser *verificadas empíricamente* a través de hechos de experiencia. Todas aquellas que no pueden ser verificadas ahora ni lo serán nunca (Cifuentes, 1995).

Dos conclusiones se deducen de estas premisas: para el empirismo lógico solo hay dos tipos de conocimiento: el que procede de la lógica y de las matemáticas (que son puramente formales, y no tienen relación con la realidad) y el conocimiento propio de las ciencias reales o empíricas. La segunda conclusión es esta: presuntos “saberes” (como la metafísica o la teología) no tienen cabida dentro del discurso porque



Karl Popper (1902-1994) en una imagen de 1989. Fotografía cedida por EL PUNT.

no se les puede aplicar el criterio de *verificación* empírica. Por ello, la filosofía debe limitarse al análisis lógico del lenguaje y al esclarecimiento del significado de símbolos y expresiones humanas.

Sin embargo, el empirismo lógico del *Círculo de Viena* se encontró pronto en un callejón sin salida. Los intentos de reducir los enunciados y teorías de la ciencia a datos sensibles eran insuficientes. Por ello, los *neopositivistas* se sintieron obligados a reelaborar sus propuestas. Así, Rudolf Carnap se vio forzado a reformular una nueva versión de sus ideas en 1936. Por otra parte, en la década de 1930, la llegada de Hitler al poder hace que muchos filósofos emigren a Estados Unidos. Allí influyeron mucho en la filosofía de la ciencia. Así, Herbert Feigl (*Lecturas de filosofía de la ciencia*, 1953), afirma que el empirismo lógico era flexible y capaz de evolucionar. Este pretendía ser solo una “*cosmovisión científica*” que continuaba en el siglo XX el espíritu de la Ilustración. El único elemento no negociable era su rechazo a la metafísica y de la teología como algo precientífico.

Dos son los grandes problemas epistemológicos que se han dado en la moderna filosofía de la ciencia: en primer lugar, el problema del valor del conocimiento científico (el problema de *realismo* frente al *instrumentalismo* y al *convencionalismo*); en segundo lugar, el problema de las repercusiones que el carácter social de la ciencia tiene sobre en el desarrollo humano, en la tecnología y en la cultura.

LAS LECCIONES DE KARL R. POPPER PARA EL PROFESORADO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

¿Qué lecciones se pueden aprender de Popper un siglo más tarde de su nacimiento? ¿Continúa el magisterio de Popper para la didáctica de las ciencias y para las Ciencias de la Tierra, en particular? Hemos de tener muy presente que los profesores y profesoras mantienen unas determinadas concepciones epistemológicas que están determinando los contenidos, los métodos y las imágenes del mundo (Porlán, 1993; Sequeiros, 1981, 1994; Pedrinaci, 2001). Por ello, la reflexión sobre la propia práctica educativa a la luz de las propuestas popperianas puede resultar productiva para la práctica profesional.

Es necesario resaltar que la filosofía de la ciencia no es la misma antes y después de Popper. Si un positivismo inductivista grosero (aún presente, desgraciadamente, en las aulas universitarias) ha dominado durante medio siglo la enseñanza de las Ciencias en los niveles educativos no universitarios, Popper y los pospopperianos han revolucionado la epistemología. Esta revolución en las concepciones epistemológicas incide en la didáctica de las ciencias y consiguientemente en la didáctica de las Ciencias de la Tierra.

Varios aspectos nos ayudarán en la reflexión sobre la didáctica de las Ciencias de la Tierra:

1. La epistemología popperiana: las teorías y el falibilismo

En las Ciencias de la Tierra son frecuentes las teorías que se proponen en el aula a los alumnos con una pretensión de “verdad” científica. Cuando se habla de la formación de las rocas, la estructura interna de la tierra, los procesos de fosilización, la tectónica de placas, la historia de la Tierra, la evolución biológica de las especies, etc. nos estamos refiriendo a “Teorías”. ¿Con qué pretensión de “verdad” y “certeza” las presentamos? ¿Cómo mostrar su validez? Si el conocimiento humano es *fallible* (como repite Popper) ¿son posibles las *teorías científicas*?

En esto nos puede acompañar el pensamiento de Popper. Sin embargo, no es sencillo resumir en unas páginas la densa doctrina de Karl Popper sobre el conocimiento humano y sobre el conocimiento científico, con sus implicaciones sociales y éticas sin mutilar el sentido de sus palabras. Nos preguntamos ¿cuáles son las ideas de Popper que tanto han influido en la moderna filosofía de la ciencia? Ya se ha apuntado más arriba que desde su juventud Popper estuvo preocupado por la esencia del verdadero conocimiento. Y apuesta por el conocimiento científico como modelo de auténtico conocimiento racional. ¿Cómo separar el verdadero conocimiento del conocimiento engañoso? Más adelante, él mismo se denominará *racionalista crítico* para separarse de otros racionalismos en boga entre las dos guerras mundiales. Popper es un hombre que cree ciegamente en la ciencia como vía de acceso al conocimiento e interpretación del mundo.

En eso coincide con los filósofos de la ciencia de su tiempo, como eran los neopositivistas del Círculo de Viena.

Pero juntamente con esa fe en la ciencia, Popper tiene conciencia de las debilidades del conocimiento científico. La ciencia no es un conocimiento seguro, cierto y universal. Para Popper, los científicos son seres humanos que mediante un recto uso de sus potencialidades intelectuales, de su razón, son capaces de elaborar lo que él denomina como **teorías**. Las teorías, para Popper, no son ideas vagas, ni propuestas hipotéticas. Son modelos y explicaciones que significan aproximaciones a la realidad, interpretaciones del mundo natural y social que tienen poder explicativo. Pero nunca son definitivas. Siempre son provisionales.

Estas ideas pueden ser de gran valor para la didáctica. Hace 20 años (Sequeiros, 1981) ya nos referíamos a “una geología sin dogmas”. La ciencia popperiana es una ciencia no dogmática, sino abierta. Así, en el mundo de las Ciencias de la Tierra, las múltiples **teorías** que se ha sucedido (desde la Tectónica de Placas, al Geosinclinal, o a la Evolución Biológica) no son en modo alguno *dogmas* universales y eternos, no son *verdades* incuestionables. Son simples modelos, formulaciones que tienen poder explicativo para muchos fenómenos.

Para Popper, una teoría sustituye a otra cuando la segunda tiene un mayor poder explicativo para problemas no resueltos por la teoría anterior. Así, la teoría del geosinclinal fue sustituida por la de la Tectónica de Placas al ser ésta más fecunda para la coherencia entre las teorías y los datos empíricos. Pero en modo alguno, la Tectónica de Placas es ya la panacea universal, la verdad para siempre, la piedra filosofal. Es un modelo explicativo que, con el tiempo, sufrirá la erosión de nuevos datos y será no solo matizada en muchos puntos, sino también podría ser superada.

Desde esta perspectiva, la primera lección de Popper hoy es la persistencia del *falibilismo*. El científico y el epistemólogo *falibilista* es consciente de la fragilidad del conocimiento humano, incluso del perfectamente fundado como es el científico. La ciencia es una tarea humana que, a pesar de su racionalidad, siempre puede equivocarse.

Dice Popper:

“Así, la doctrina de la falibilidad no puede ser considerada como parte de una ideología pesimista. Esta doctrina implica que podemos buscar la verdad, la verdad objetiva, aunque por lo común podamos equivocarnos por amplio margen. También implica que si respetamos la verdad, debemos aspirar a ella examinando persistentemente nuestros errores: mediante la infatigable crítica racional y mediante la auto-crítica” (K. Popper, *Conjeturas y refutaciones*, 1962, edic. 1994, p. 38).

2. Verificación y falsación: la teorías ¿son verificables o falsables?

Desde su primer libro filosófico, *La lógica de la Investigación científica* (1934) Popper critica la postura de Ludwig Wittgenstein y del *Círculo de Viena* en dos puntos esenciales: el primero de ellos es el del criterio positivista de *verificación*. Este es el criterio de demarcación entre el verdadero conocimiento (la ciencia) y otros conocimientos que son pseudocientíficos. A Popper le preocupa el hecho de que en su tiempo (hacia los años 40) no estaba delimitada la frontera entre el conocimiento científico y otros tipos de conocimiento. Para los neopositivistas, la verdadera y única ciencia posible es la matemática y las ciencias experimentales. Nada más. Pero en los años 40, con el desarrollo de las Ciencias Económicas, la Psicología, la Sociología y otros cuerpos de conocimiento organizado, parece ser que se expandía la plataforma sobre la que se sitúan las ciencias. (Cómo diferenciar la ciencia de la pseudociencia o conocimientos no científicos?) ¿Dónde está el *criterio de demarcación*?

Para los neopositivistas era un trabajo sencillo: el criterio es la *verificación empírica*. Pero Popper cree que este no sirve. La *verificación* neopositivista muestra un “tufillo” inductivista que no es del agrado de Popper. En la verificación experimental inductiva nunca sabemos si el próximo dato va a cumplir con las reglas de la inducción. La afirmación “*todos los cisnes son blancos*” no puede verificarse experimentalmente. Nunca sabemos si el próximo cisne que encontremos será negro. Siempre está abierta la posibilidad.

Por tanto, es necesario buscar otro *criterio de demarcación* entre la ciencia y la pseudociencia. Este criterio para el método científico es, para Popper, el de la *falsación* de teorías. La palabra *falsación* (mal traducida con frecuencia como “falsificación”) es un neologismo que alude a los intentos de hacer falsa una proposición propuesta como científica. En la ciencia, el investigador observa e identifica situaciones problemáticas. Elabora hipótesis y propone estrategias de contrastación para las mismas. Una hipótesis se considera *probada* (no habla de verdadera) cuando resiste los intentos de *falsación*. No se trata de probar que es verdad, sino solo de resistir a los esfuerzos de *falsarla* (mostrar que es falsa, sin sentido o irracional).

La *falsación* es un criterio objetivo. Gracias a ella puede darse un *progreso* en el conocimiento y en la ciencia. Esta progresa, no por comprobación de teorías, sino por refutación; no por verificación sino por *falsación*. El método hipotético deductivo es fuente de conocimiento y progreso científico. Es más: en algunas ocasiones, los científicos han propuesto *experimentos cruciales* que discriminan la aceptación o rechazo de hipótesis, que *falsan* las teorías.

Popper, por tanto, no acepta el criterio de verificación sino el de *falsación* para demarcar la ciencia y la no ciencia. Desde este punto de vista, y de acuerdo con estos criterios, la metafísica, la filosofía, y la pseudociencia no pueden ser falsadas y no se consideran “ciencias”³. Sin embargo, otros cuerpos organizados de conocimientos (algunos de las ciencias sociales) son consideradas por Popper como “ciencias”. En este sentido, con Popper se amplía el concepto de “ciencia” que ya no es atributo solo de las ciencias de la naturaleza sino también de las sociales.

Popper tiene razón en señalar la importancia del método hipotético-deductivo. Ante una situación problemática (que puede ser analizada por la razón), el científico propone hipótesis explicativas. Estas deben ser *falsadas* mediante el uso de estrategias de contrastación. De aquí se infieren conclusiones que pueden tener el rango de *teorías*. Un conjunto de ellas permite inferir las *leyes* que explican y predicen los fenómenos. Dice Popper: “Las teorías son redes que lanzamos para apresar aquello que llamamos “el mundo”: para racionalizarlo, explicarlo y dominarlo. Y tratamos de que la malla sea cada vez más fina” (K. Popper, *La lógica de la investigación científica*, 1934; edición de 1985, pág. 57).

Desde este punto de vista, no existe en el conocimiento racional (ciencia, filosofía o teología) un conocimiento que pueda ser considerado *indiscutible*. Las hipótesis observacionales también nos llevan a un proceso de contrastaciones sin fin, puesto que éstas no pueden ser consideradas verdaderas de modo absoluto.

El texto siguiente expresa muy bien el pensamiento de Popper sobre el valor del conocimiento científico:

“La base empírica de la ciencia, pues, no tiene nada de “absoluta”; la ciencia no está cimentada sobre roca: por el contrario, podríamos decir que la atrevida estructura de sus teorías se eleva sobre un terreno pantanoso, es como un edificio levantado sobre pilotes. Estos se introducen desde arriba en la ciénaga, pero en modo alguno hasta alcanzar ningún basamento natural o “dado”. Cuando interrumpimos nuestros intentos de introducirlos en un estrato más profundo, ello no se debe a que hayamos topado con terreno firme: paramos simplemente porque nos basta que tengan firmeza suficiente para soportar la estructura, al menos por el momento” (La Lógica de la Investigación científica, 1934, edic. 1985, p. 106).

3. El objetivo de la ciencia

Puestos los pilares epistemológicos del conocimiento científico, Popper se pregunta (y es bueno que los profesores de Ciencias de la Tierra se lo pregunten también) sobre el objetivo de la ciencia. Por lo general, el profesorado (debido a su deficiente formación epistemológica) suele presentar los conocimientos

(3) Como anécdota, citamos el hecho de que, allá por los años 1980, Popper escribió que la evolución biológica y la paleontología, en cuanto no pueden someterse a falsación en sus afirmaciones, no deberían ser consideradas como “ciencia”. Posteriormente, el mismo Popper, con una honradez intelectual que siempre le acompañó, reconoció su error y rectificó públicamente.

científicos como verdades cerradas y universales que reflejan con nitidez la realidad objetiva que se sitúa fuera del sujeto. En el fondo, Popper nos cuestiona el mismo concepto y objetivo de la ciencia.

El concepto popperiano de la ciencia está muy lejos del positivismo lógico. Escribe él mismo: “*nuestra ciencia no es la episteme (el saber absoluto): no se puede alcanzar ni verdad ni probabilidad*”. Y reconoce: “*Nosotros no sabemos, sólo conjeturamos*”. Popper, por tanto, es crítico respecto a las certezas del conocimiento. En la 30 edición de *Lógica de la Investigación Científica* (1970) defiende -contra el optimismo gnoseológico de los positivistas- “*el saber seguro nos está negado. Nuestro saber es una conjetura crítica, un retículo de hipótesis, una trama de suposiciones*”.

¿Y cuál es, por tanto, para Popper, el objetivo de la ciencia? El objetivo no es llegar a una verdad universal y absoluta. El objetivo no es otro que la propuesta de *teorías científicas* falsables que permitan una mejor comprensión del mundo. Con sus mismas palabras, descifrar “el problema de la comprensión del mundo, de nosotros mismos, de nuestro propio saber” (*La Lógica de la Investigación Científica*, 1934). Una teoría es más aceptable cuanto más capacidad explicativa muestre para los fenómenos complejos de la naturaleza o la sociedad. Cuando una *teoría* pierda capacidad explicativa para algunos fenómenos, será necesario proponer una teoría alternativa que resista la falsación.

Así dice Popper:

“Todo lo que los científicos pueden hacer, en mi opinión, es someter a prueba sus teorías y eliminar todas aquellas que no resistan los tests más severos que se pueden planear. Pero nunca pueden estar seguros de que nuevos tests (o inclusive un nuevo examen teórico) no los llevarán a modificar y hasta a descartar su teoría. En este sentido, todas las teorías son y seguirán siendo hipótesis: son conjeturas (dóxa) y no conocimientos indudables (episteme)”. (K. Popper, *Conjeturas y refutaciones*, 1962, edic. 1994, p. 137).

Para Popper, la Teorías científicas no se infieren de la experiencia por una simple inducción (crítica al inductivismo vulgar). Popper ataca, tanto el racionalismo de Descartes como el Empirismo de Hume. Como apuntamos más arriba, las teorías científicas son siempre hipótesis (*conjeturas*) que necesitan posterior comprobación. Para ello hace falta un método crítico: el método de ensayo y error. Estas ideas se desarrollan más ampliamente en *Conocimiento objetivo* (1972). Popper retoma una y otra vez el viejo tema platónico de la distinción entre la *dóxa* (la opinión, la apariencia) y la *episteme* (el verdadero saber que se encuentra en el mundo de las ideas).

Entonces ¿qué es lo que hace el científico? Escribe Popper: “*lo que hace al científico no es la posesión del saber de unas verdades incontestables, sino la incesante búsqueda crítica, sin concesiones, de la verdad*” (*Lógica de la Investigación Científica*, 1934, y posteriormente en *Búsqueda sin término*, 1976).

Para poder cumplir este programa, el científico debe gozar de una situación personal de libertad creativa dentro de un contexto social apropiado como es el ámbito democrático. En definitiva, Popper aboga por el desarrollo de la sociedad liberal políticamente, en la que el Estado se empequeñece y deja que fluya la iniciativa privada. La situación ideal es la Estados Unidos, ejemplo de lo que debe ser una “*sociedad abierta*” (*La sociedad abierta y sus enemigos*, 1945). Estas ideas, evidentemente, le atrajeron acervas críticas por parte de los sectores progresistas y de izquierdas que critican que el sistema liberal sea el ambiente adecuado para hacer una verdadera ciencia independiente” y postulan una mayor intervención de los poderes públicos en el control económico e ideológico de la investigación. Estos aspectos sociales de la ciencia serán tocados por algunos de sus discípulos. Es más: los que aquí llamamos “*hijos rebeldes de Popper*” (tachados algunos incluso de “*comunistas*”) han postulado que la ciencia no es el absoluto una tarea intelectual desinteresada, sino que está determinada (o al menos influida) por una gran cantidad de elementos no científicos (ideológicos, económicos, religiosos, políticos, etc).

4. El problema de la verdad

Con esto llegamos a un problema muy delicado en la epistemología y consecuentemente en la enseñanza de las ciencias en general y de las Ciencias de la Tierra en particular: ¿cuál es la **verdad** de las afirmaciones científicas? ¿Qué **verdad** tiene afirmar que los dinosaurios se extinguieron hace 65 millones de años, o que la Tierra tiene 4.500 millones de años, o que los primeros organismos con concha son del Cámbrico? ¿Qué **verdad** tiene la Tectónica de Placas, o el *Big Bang*, o las teorías del metamorfismo de las rocas?

El *falibilismo* popperiano hace muy frágil cualquier intento de llegar a lo que se puede llamar “la verdad”⁴. Popper apuesta por lo que él denomina un *Racionalismo crítico* o *criticismo racional*. ¿Qué entiende por esta postura? Popper se basa en “una fe en la razón” que implica una decisión moral. Es una actitud de razonabilidad con todo lo que implica de respeto por la libertad, la justicia, la igualdad, la paz y la oposición a la violencia (Cifuentes, 1995).

Contrariamente a las posiciones positivistas, Popper es crítico con la idea de *verdad*. La *verdad* no se posee nunca en exclusividad. La *verdad* es un horizonte hacia el que se camina. Por ello, la ciencia no es un conjunto de “*verdades*” sobre la realidad natural y social. “El antiguo ideal de la ciencia como *saber* absolutamente seguro (la *episteme*) ha

(4) El tema de la verdad es uno de los más fecundos y complejos en el sistema de Karl Popper. Recientemente se ha publicado una síntesis muy clarificadora (Bosso, 2000).

resultado un ídolo”, escribe (*La lógica de la Investigación científica*, 1934). En el comienzo del saber científico sólo hay *conjeturas*, modelos, hipótesis, teorías siempre sometidas a revisión. Es la tesis central de *Conjeturas y refutaciones* (1962).

La idea kantiana sustenta la concepción epistemológica de Karl Popper (así como de gran parte de la moderna epistemología postpopperiana). Le interesa poner de manifiesto el papel activo del sujeto en el proceso de construcción del conocimiento. Desde esta concepción, el ser humano deja de ser visto como mero receptor pasivo de los datos del mundo externo (empirismo, realismo...) para pasar a ser considerado como activo constructor de teorías que le permiten organizar la realidad.

El intelecto, pues, no descubre las leyes de la naturaleza, sino que las construye racionalmente. Se pone especial énfasis en el papel activo de la razón, cuya tarea no es solamente representar aquello que la experiencia le ofrece, sino construir sistemas de representaciones (modelos e imágenes), postular (proponer) leyes e inventar (sugerir) explicaciones, en un proceso activo de creación.

Insistiendo en la idea de Popper de que “Las teorías son redes que lanzamos para apresar aquello que llamamos “el mundo”: para racionalizarlo, explicarlo y dominarlo. Y tratamos de que la malla sea cada vez más fina”. Si esto es así, ¿no se cae en el subjetivismo y en el relativismo? ¿Se puede llegar a formulaciones con pretensión de universalidad? A pesar de estas consideraciones, Popper evita caer en el subjetivismo: para él, la ciencia (el conocimiento racional) es un intento serio de buscar la verdad, por ello considera que no se puede aceptar como “verdadero” aquello que es válido solamente para un sujeto. Popper parte de la idea clásica de la *verdad como correspondencia* (a partir del planteamiento de Tarski), por lo tanto le interesa necesariamente la confrontación de la teoría con la realidad.

Por ello, ninguna convicción subjetiva (por intensa que sea, como la fe religiosa) sirve para justificar la *verdad* de una afirmación (por ejemplo, Dios existe). Para mostrar esto, Popper establece una clara distinción entre la *verdad* y la *certeza*. Esta última (afirmar algo con la pretensión de absoluta y universal verdad) pertenece al plano de lo psicológico.

Dice Popper:

“Cada solución de un problema crea nuevos problemas sin resolver. Cuando más difícil sea el problema original y más osado el intento para resolverlo, más interesantes serán estos problemas nuevos. Cuando más aprendamos acerca del mundo, más profundo será nuestro aprendizaje, más consciente, claro y bien definido será nuestro conocimiento de lo que conocemos, nuestro conocimiento de nuestra ignorancia. La fuente principal de nuestra ignorancia está en el hecho de que nuestro conocimiento sólo puede ser finito, en tanto nuestra ignorancia puede ser infinita” (K. Popper: *En busca de un mundo mejor*. Paidós, Barcelona, 1995, p. 75).

5. Una polémica fecunda: el enfrentamiento de Popper con Thomas S. Kuhn

Cuando en el 1980, hace más de veinte años, tuvo lugar en Madrid el *I Simposio sobre la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* apenas conocíamos nada de la confrontación intelectual entre Popper y Kuhn, entre el racionalismo crítico estricto y las ideas propuestas por Kuhn. Hemos de tener en cuenta que uno de los acontecimientos más señalados en el avance de las propuestas epistemológicas de Popper está marcado por su enfrentamiento con las ideas de Thomas S. Kuhn (Hottois, 1999: 396-407; Estany, 1990:65-92; Cifuentes, 1995; Solís, 1998; Peral, Estévez y Pulgarín, 1997; Moya, 2000).

Hagamos un poco de historia (Sequeiros, 1981): en 1962, Kuhn había publicado la primera edición de su libro más polémico: *La Estructura de las Revoluciones Científicas* (Kuhn, 1962, 1975). Tenía menos de 40 años. Las insinuaciones historicistas, psicologistas y sociológicas de Kuhn debieron irritar sobre manera al maestro Popper que pudo pensar que las críticas kuhnianas se dirigían a su obra. En los años siguientes se publicaron réplicas y comentarios. Los popperianos ortodoxos cerraron filas en torno al maestro. Con el objeto de clarificar posturas, se convocó en el año 1965 un Seminario Internacional de Filosofía de la Ciencia que se celebró en Bedford College (Princeton).

Esta reunión fue muy importante y marca un antes y un después en la filosofía de la ciencia (Lakatos y Musgrave, 1970,1975). Prueba de que el debate ayudó a la clarificación, baste con decir que después de este seminario, Kuhn publicó la 20 edición de *The Structure of Scientific Revolutions (La Estructura de las Revoluciones Científicas)*, con un Posfacio de 1970 en donde matizaba muchos de sus conceptos, como el de “paradigma” y “ciencia normal”. Por su parte, bajo las influencias del Seminario, Stephen Toulmin publica el tomo I de *Human Understanding* (1972) (trad.española: *La Comprensión Humana*, Alianza Universidad, 1977). Paul Feyerabend publica en 1974, *Against Method* (edic.española, *Contra el Método*, 1987). Imre Lakatos saca a la luz su *Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales* (1971) y *Respuesta a los Críticos* (1970) y, más tarde, *La metodología de los programas de investigación científica* (Alianza, 1983). Se puede decir, que la filosofía de la ciencia es diferente a partir de 1965.

Estas son algunas de las aportaciones más interesantes del Seminario: en su ponencia, “*La Ciencia normal y sus peligros*”, Popper acepta lo que Kuhn describe como “*ciencia normal*”: pero la ciencia es un edificio y el científico lo mejora sin destruirlo. Popper no cree en “*revoluciones*”. Acusa a Kuhn de haber leído su libro “*Lógica de la Investigación Científica*” con ideas preconcebidas. Dice que el científico “normal” descrito por Kuhn es una persona de quien hay que tener pena. Ningún científico considera que hace “*ciencia normal*”. Lo que para Kuhn es un “*enigma*”, para él es un “*problema*”. Popper insiste que un *Paradigma* es más bien

un programa de investigación (término Lakatosiano) que una teoría dominante, y que la lógica de Kuhn es de Relativismo Histórico.

En resumen, Popper y los popperianos (sobre todo Lakatos) atacan a Kuhn en tres puntos fundamentales (Sequeiros, 1981): en primer lugar, les parece que el concepto de *ciencia normal* no tiene sentido. En segundo lugar, niegan que hayan existido *revoluciones científicas*. En tercer lugar, tachan a Kuhn de historicista, sociologista y psicologista y de reducir la ciencia, por ello, a puro sentimiento negador del racionalismo crítico. Le correspondía ahora a Kuhn defender sus posturas y defenderse de las acusaciones.

En una de sus dos intervenciones en la Reunión, Thomas S. Kuhn desarrolló la ponencia "Lógica del Descubrimiento o psicología de la investigación". Esta intervención de Kuhn es una respuesta al título de Popper (*Lógica del descubrimiento científico*). Popper había criticado a Kuhn por su concepción de la ciencia de tipo historicista/psicológico. Kuhn afirma no haber sido entendido, se defiende de la acusación de psicologista y estar cerca de Popper.

La segunda intervención de Kuhn tuvo lugar al final del Simposio y lleva como título "*Reflexiones sobre mis críticos*". Con fina ironía reconocía no conocer a ese Kuhn del que se había hablado y que tenía su mismo nombre. Kuhn matizó las críticas y se produjo un notable acercamiento de posturas. Pero también se manifestó las incompatibilidades entre algunas de las posiciones. De alguna manera, esta fecha de 1965 marca una inflexión en el pensamiento popperiano que refuerza sus planteamientos.

Puede decirse que, la confrontación de Popper con Kuhn produjo un efecto sorprendente: ambos matizaron sus posturas y dieron lugar a nuevas formas de pensamiento posteriores a los años setenta que situaron de un modo mucho más maduro las discrepancias y hicieron ver los muchos puntos que les unían.

CONCLUSIONES

El centenario del nacimiento del gran epistemólogo Karl Raimund Popper es una ocasión irrepetible para reflexionar sobre sus aportaciones y las de los filósofos postpopperianos a la búsqueda sin término de respuestas a las preguntas eternas de la filosofía de la ciencia: ¿qué es el conocimiento científico? ¿cuáles son sus límites? ¿qué verdad contiene la ciencia? ¿cómo se construye el conocimiento científico? ¿cómo se delimita la ciencia de lo que no es la ciencia? Estas y otras muchas preguntas pueden hacerse también al profesorado de Ciencias de la Tierra. Veinte años después del primer Simposio sobre la Enseñanza de la Geología, las preguntas siguen vivas y las respuestas, abiertas.

Se puede decir, como conclusión, que la tarea intelectual de Popper se centró en aportar soluciones a cuatro amplios problemas epistemológicos de su época y que inciden en la didáctica de las ciencias de la Tierra. Usando un término gráfico los voy

a denominar "vacunas" a enfermedades epistemológicas de nuestro tiempo:

1) La crítica al inductivismo, frente a la que propone la vacuna del *método hipotético-deductivo*. Popper critica el inductivismo grosero de Hume (la verdad de la naturaleza se ofrece a los sentidos) y que siguió más finamente los autores del Círculo de Viena. Es necesario vacunarse con el método científico que propugna trabajar por "planteamiento de problemas" que implica propuesta de hipótesis y elaboración de estrategias de contrastación (Pedriñaci, 2001).

2) La crítica al empirismo, frente al que propone la vacuna del *racionalismo crítico*. Popper se declara seguidor de Kant, como hemos visto, y por ello presenta un ataque frontal a los orígenes psicologistas del empirismo de Hume. Para Popper, los experimentos científicos son guiados casi siempre por teorías previas. Por ello, el único camino es el uso de la razón crítica que discierne activamente las imágenes del mundo que se van construyendo en interacción con la realidad. Llegamos por este camino a encontrar el fundamento epistemológico del constructivismo, tan fecundo en didáctica de las Ciencias de la Tierra.

3) En tercer lugar, Popper propone la crítica a la verificabilidad, frente a la que ofrece la vacuna de la *falsación*. Uno de los problemas filosóficos a los que Popper, como hemos visto, dedicó más tiempo fue al de la "verificación" neopositivista. El neopositivismo o empirismo lógico del Círculo de Viena fue contrarrestado por Popper con la falsabilidad de las teorías. Desde el punto de vista didáctico, sería deseable ayudar a los estudiantes a elaborar sus propias estrategias críticas de *falsación* de las hipótesis mediante estrategias de investigación.

4) En cuarto lugar, Popper se distingue por la crítica al determinismo, frente a la que propone la vacuna del *indeterminismo y la falibilidad*. Popper es consciente del falibilismo de cualquier teoría científica y de la dificultad para llegar a una "verdad". Pero, del mismo modo, quiere poner en alerta contra un relativismo absoluto que conduciría al escepticismo científico. Precisamente, en su obra juvenil no publicada hasta la edad adulta, *Postscriptum: después de veinte años* (Popper, 1975) intenta encontrar a través de las teorías físicas de la indeterminación una respuesta epistemológica a la armonización entre racionalidad y libertad. Desde el punto de vista de la didáctica de las Ciencias de la Tierra, no se puede caer en el dogmatismo de la ciencia cerrada, pero tampoco crear la inseguridad de que no existe ningún conocimiento fundamentado.

No podemos terminar estas conclusiones sin aludir a un problema pendiente que fue una de las causas del conflicto con Kuhn: el papel de las determinaciones sociales, culturales e ideológicas en la construcción de las interpretaciones científicas. En *La tensión esencial* ha querido Kuhn (1977, 1982) establecer una armonía entre la racionalidad crítica y las implicaciones sociales de la ciencia. Personalmente estamos más cerca de Kuhn que de Popper

en la valoración de la intervención de los intereses sociales en la elaboración del conocimiento científico de las Ciencias de la Tierra. Pero, en estos momentos, nos llevaría muy lejos y conviene dejar aquí el debate iniciado en 1981 y que continúa abierto.

BIBLIOGRAFÍA

- Anguita, F. edit. (1981). *I Simposio Nacional de Enseñanza de la Geología*. Actas. Servicio de Publicaciones, Universidad Complutense, Madrid, 482 pág. (Puede encontrarse también en: AEPECT (2000) *Simposios sobre Enseñanza de la Geología (1980-1992)*. CD-ROM.
- Artigas, M. (1998). *Lógica y ética en Karl Popper*. EUNSA, Pamplona, 159 pág.
- Bosso, C. (2000). La verdad de la ciencia desde el pensamiento de Karl Popper. *Studium. Filosofía y Teología*. Univers. de Tucumán, III (V), 109-120.
- Boyer, M. edit. (1970). *Simposio de Burgos: Ensayos de Filosofía de la Ciencia en torno a la obra de Sir Karl R. Popper*. Tecnos, Madrid.
- Casañ, P. (1988). *Corrientes actuales de la filosofía de la ciencia: el falsacionismo*. Nau Llibres, Valencia, 1988, 153 pág.
- Cifuentes, L.M. (1995). Karl R. Popper: "Una vida en la encrucijada de la ciencia y la libertad". *Razón y Fe*, Madrid, 231, 231-267.
- J. Cortés Morató, J. y Martínez Riu, A. (1996). *Diccionario de filosofía en CD-ROM*. Herder, Barcelona, voz "Popper".
- Estany, A (1990). *Modelos de cambio científico*. Editorial Crítica, Barcelona, 223 pág.
- Hottois, G. (1999). *Historia de la Filosofía. Del Renacimiento a la posmodernidad*. Cátedra, Madrid.
- Jiménez Perona, A.(1990). *El racionalismo crítico como filosofía social y política*. Tesis Doctoral, UCM, 1990, 343 pág.
- Kuhn, T.S. (1975). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Económica, México (Breviarios), traducción de la edición de 1962. 319 pág.
- Kuhn, T. S. (1977, 1982). *La Tensión Esencial*. Fondo de Cultura Económica, México, 380 pág.
- Lakatos, I. y Musgrave, A. edit. (1975). *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. Traducción de la edición de 1970. Grijalbo, Barcelona.
- Moya, E. (2000). Alan D. Sokal, Thomas S. Kuhn y la epistemología postmoderna. *Revista de Filosofía*, XIII (23), 169-194.
- Pedrinaci, E. (2001). *Los procesos geológicos internos*. Síntesis Educación, Madrid, Colecc. Práctica Educativa, 222 pág.
- Peral, D., Estévez, P., Pulgarín, P. (1997). Presencia del pensamiento de Kuhn en la literatura científica. *Llull*, 20, 623-636.
- Popper, K. R. (1957). *La sociedad abierta y sus enemigos*. Editorial Paidós, Buenos Aires, 667 pág.
- Popper, K. R. (1961). *La miseria del historicismo*. Taurus ediciones, Madrid. Hay otra edición en Alianza Editorial, 1973.
- Popper, K. R. (1962). *La Lógica de la Investigación Científica*. Editorial Tecnos, Madrid, 451 pág. La primera edición fue publicada en su versión alemana en una colección del Círculo de Viena en 1934. La versión inglesa es de 1959.
- Popper, K.R. (1967). *El desarrollo del conocimiento científico: conjeturas y refutaciones*. Paidós, Buenos Aires.
- Popper, K. R. (1974, 1977). *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Editorial Tecnos, Madrid, 287 pág.
- Popper, K. R. (1975, 1984-1985). *Postscriptum: después de veinte años.1) Realismo y el objetivo de la ciencia, 2)El universo abierto y 3) Teoría cuántica y cisma en la física*. Tecnos, Madrid, 1984-1985).
- Popper, K. R.y Eccles, J. C. (1980). *El yo y su cerebro*. Labor, Barcelona.
- Porlán, R. (1993). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Díada editora, Sevilla, 194 pág.
- Sequeiros, L. (1981). El método de los paradigmas de Kuhn interpela a las Ciencias Geológicas: notas para una geología sin dogmas. *I Simpos.de Enseñanza de la Geología, Actas*. Madrid, octubre de 1980, Servicio de Publicaciones, Universidad Complutense, 437-444.
- Sequeiros, L. (1994). La formación del profesorado de Geología: nuevos saberes y nuevas tareas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(2-3). VIII Simposio Enseñanza de la Geología, 318-323.
- Sequeiros, L. (1996). La última lección de Thomas Kuhn. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, AEPECT*, 4(1) pág. 79-80.
- Sequeiros, L. (2002). Karl R. Popper (1902-1994): un siglo de "búsqueda sin término" de la verdad. *Proyección*, Granada (en prensa)
- Solís, C., compilador (1998). *Alta Tensión: filosofía, sociología e historia de la ciencia*. Paidós, Barcelona, 397 pág.
- Suppe, F. (1991). *La Estructura de las Teorías Científicas*. UNED, Madrid, 544 pág.
- VVAA (1984). *Simposio Internacional sobre la filosofía de K. Popper*. Teorema, Valencia, tomo 14, 1-2. ■