

La epistemología evolucionista de Stephen Toulmin y la enseñanza de las ciencias

João Batista Siqueira Harres
Universidade de Univas (Brasil) (*)

Rafael Porlán Ariza
Universidad de Sevilla (**)



RESUMEN

Este artículo presenta un análisis epistemológico de algunas ideas de Stephen Toulmin especialmente de su teoría evolucionista del conocimiento. Se profundiza en el papel que esta teoría puede ejercer en el debate entre posiciones absolutistas y relativistas en la enseñanza de las ciencias.

Introducción

"El problema de la comprensión humana es doble. El hombre conoce y al mismo tiempo es consciente de que conoce. Adquirimos, poseemos y hacemos uso del conocimiento; pero al mismo tiempo somos conscientes de nuestra propia actividad como sujetos cognitivos"

(Toulmin, 1972, p. 1).

Siguiendo la línea creciente de investigadores que intentan aproximar la enseñanza de las ciencias al debate epistemológico sobre la naturaleza de la ciencia (Matthews, 1994), este trabajo hace una reflexión sobre las ideas de Stephen Toulmin. Se presentan las bases de su visión epistemológica y algunas implicaciones posibles de sus ideas para la enseñanza.

Toulmin se sitúa dentro del grupo de pensadores como Popper, Kuhn, Lakatos y

Feyerabend, entre otros, que critican la concepción positivista sobre la naturaleza de la ciencia (Níaz, 1994; Abimbola, 1983; Duschl, 1983). Al Reconocer las limitaciones del positivismo (Porlán, 1992), Toulmin se sitúa como un filósofo moderno de la ciencia (Finley, 1983) cuyas ideas presentan un potencial heurístico para la enseñanza en la medida en que concibe la evolución del conocimiento como la acción permanente del espíritu crítico, objetivo también de la enseñanza de las ciencias (Wagner, 1983). Para Mellado y Carracedo, 1983, este autor se encuadra en el enfoque epistemológico constructivista compartido por Kuhn, Lakatos y Laudan, en el que las teorías científicas son entes complejos y relativos.

En uno de sus primeros trabajos (Toulmin, 1953) ya llamaba la atención sobre la

(*) UNIVATES-Centro Universitário. Caixa Postal, 155. Lajeado-RS CEP 95900-000 Brasil.
Correo electrónico: jbharres@fates.tche.br

(**) Departamento de didáctica de las Ciencias. Avda. Ciudad Jardín, 22. 41005 Sevilla.



no distinción entre la teoría y la observación (Duschl, 1983). Por otra parte, en el libro *Human understanding-volume 1 the Collective Use and Evolution of Concepts* (Toulmin, 1972) nos presenta un análisis original y fructífero de las nuevas corrientes epistemológicas y su relación con las visiones clásicas del conocimiento, proponiendo entonces un modelo evolucionista para los conceptos, análogo a la visión darwiniana sobre la evolución de las especies. Su originalidad consiste en aplicar a las poblaciones conceptuales el mismo esquema teórico que Darwin aplicó a las poblaciones de las especies. Y no por una analogía biológica oportunista, sino porque considera que los modelos poblacionales orgánicos y conceptuales, salvo casos particulares, tienen el mismo modelo de desarrollo por innovación y selección (Porlán, 1989).

La complejidad del análisis epistemológico propuesto por Toulmin, se manifiesta, principalmente, en la aplicación del concepto de *ecología conceptual* en la evolución de los conceptos. A continuación, pretendemos presentar una relación de los aspectos más destacados de esta aplicación.

Más allá del positivismo: el debate absolutistas/relativistas

El problema central del pensamiento de Toulmin se refiere a la discusión sobre la existencia, o no, de criterios universales o principios fijos ya sean metafísicos, racionales o empíricos, para evaluar la validez del conocimiento humano. Para este autor, las corrientes epistemológicas han adoptado dos vías de análisis para este problema: una identificada como la lógica formal y el empirismo, asociada al positivismo y al pensamiento popperiano; y otra identificada con una vía histórica, donde se encuadrarían las ideas de Lakatos, Kuhn y Feyerabend, entre otros.

La visión positivista, incluyendo desde el pensamiento empirista clásico, pasando por el positivismo lógico y llegando hasta el empirismo lógico (Toulmin, 1953), acentúan el papel, no justificado, del conocimiento a partir de los datos observacionales, de la experiencia sensible (Mellado y Carracedo, 1993). Esta visión concibe la ciencia como un proceso único, verosímil desde un punto de vista lógico y cuya validez e independencia del contexto (Hares, 1997) hace que para avalar las teorías adopte criterios empíricos.

Paralela a la posición anterior, la escuela racionalista destaca la importancia de la razón en los conceptos creados por la mente en los procesos de formación y fundamentación del conocimiento científico. Aquí los criterios que avalan las teorías son racionales. En el enfrentamiento de estas dos corrientes surge Kant proponiendo una síntesis en cuanto que considera que todo conocimiento tiene su origen en la experiencia sensible, al mismo tiempo que debe estar encuadrado en estructuras mentales trascendentes y *a priori* para adquirir *necesidades y universalidades* (Mellado y Carracedo, 1993).

Las dos corrientes anteriores se encuadran en lo que Toulmin llama *absolutismo epistemológico*. En esta tradición filosófica, *"El Orden de la Naturaleza es fijo y estable y la Mente del Hombre adquiere dominio intelectual sobre él razonando de acuerdo con Principios del Entendimiento que son igualmente fijos y universales"* (1977, p. 29).

Popper intenta presentar una solución al problema del empirismo como fuente única y verdadera del conocimiento en la medida en que se considera evidente, especialmente desde el inicio de este siglo hasta la actualidad, que la observación está siempre cargada de teoría: *"no existe observación pura, no intencionada y teóricamente independiente"* (Popper, 1975, p. 79). Cualquier propósito de observación se hará siempre en la línea de alguna teo-

ría y será tan precisa como la estructura teórica y conceptual que utiliza. Así, el objetivo de la ciencia consistiría en establecer hipótesis especulativas y provisionales para solucionar los problemas, sometién-dolas a un proceso riguroso de falsamiento por procedimientos observacionales y experimentales (Porlán, 1989).

A pesar de su relevante contribución en la medida en la que se abren las puertas para el moderno antipositivismo y para el reconocimiento de la naturaleza socio-psicológica de la ciencia (Chalmers, 1993), Toulmin encuadra el pensamiento popperiano como una variante del absolutismo más tradicional, pues:

"La fuente última de sus normas racionales para juzgar los argumentos y los procedimientos científicos, por ende, sigue siendo en su totalidad un conjunto de condiciones generales 'a priori', impuestas a todo razonamiento científico desde fuera por su definición —en última instancia arbitraria— de lo que debe considerarse como una hipótesis, una teoría o un concepto científico" (1977, p. 482).

Como dice Chalmer (1993): *"Las teorías no pueden ser falsadas de modo concluyente, porque los enunciados observacionales que sirven de base al falsamiento pueden resultar falsos a la luz de progresos posteriores"* (p. 93). También dijo conforme a los análisis de Lakatos, Laudan, Kuhn y Toulmin, que no existen los experimentos cruciales (Mellado y Carracedo, 1993).

Así, agotada la vía lógica formal y sistemática como criterio de racionalidades, la única alternativa posible, como indica Toulmin, es tomar la experiencia histórica real de los científicos y de sus cambios conceptuales como elemento clarificador. En este sentido, Lakatos presenta un modelo, los *programas de investigación*, más complejos y estructurados que las teorías científicas. Para él, las teorías, resisten al cambio y no ceden al falsacionismo, pero se protegen de él. Su visión de núcleo

central, hipótesis auxiliares y enunciados observacionales permiten la inclusión de una componente histórica en el cambio de teorías y pone en evidencia la inadecuación de una visión falsacionista pura (ingenua).

Pero, reconociendo incluso la tesis de Lakatos como un avance con respecto a la posición de Popper, Toulmin (1972) considera que éste apenas retomó la argumentación popperiana en el punto en que se encontraba. Para él, Lakatos también se pliega a los argumentos logicistas como criterio de racionalidad, pues el problema no es como defenderse de la falsación, sino si ésta es un criterio adecuado para la evaluación científica.

En la visión de Toulmin, por tanto, los modelos epistemológicos tanto de Popper como de Lakatos se sitúan, por referirse a criterios universales y atemporales de evaluación, todavía como absolutistas; pero de un modo más moderado. Este continuismo filosófico imposibilita abordar las cuestiones como rechazo a la visión absolutista. Kuhn presenta una posible respuesta a los problemas de la comprensión humana (Toulmin, 1972). En esta visión, como en la de Lakatos, las teorías son entes complejos a los que Kuhn denomina *paradigmas*. Ellas están integradas por un conjunto de creencias, valores y técnicas compartidas por una comunidad científica (Kuhn, 1962). Cuando hubiese un cambio de paradigma se produciría lo que Kuhn llamó una *revolución científica*.

Durante la vigencia de un paradigma tendríamos un período denominado de *ciencia normal*. En este período, los científicos, guiados por un paradigma incuestionable, trabajarían en el sentido de resolver problemas teóricos y experimentales de su área, mejorando la coherencia interna del mismo. Los problemas no resueltos se caracterizarían como anomalías, y en la medida en que éstas se acumulasen progresivamente, podría surgir una

crisis y, por tanto, un ambiente favorable al surgimiento de paradigmas rivales y a un posterior cambio de paradigma. La sustitución de un paradigma por otro, incompatible y no lógicamente superior al anterior, no estaría basado en criterios lógicos formales u observacionales, sino por presupuestos metafísicos, ideológicos, psico-sociales, etc.

Bunge (1985) hace una crítica severa al pensamiento kuhniano. Para él, no toda revolución científica responde a una crisis. Las revoluciones no se caracterizan por un cambio radical; son siempre, en cierta medida, parciales: *"solo los charlatanes rechazan la totalidad de los conocimientos existentes"* (p. 51).

También dijo que los científicos son siempre capaces de examinar sus teorías y métodos reconociendo en ellos los errores empíricos. Bunge, además señala que, aunque algunos cambios sean dirigidos por considerarlos extracientíficos e ideológicos, esto no implica lo contrario: que nunca se utilicen criterios y metodologías objetivas de evaluación.

Toulmin (1970) se opone al *catastrofismo* de Kuhn, tal y como aparece en sus primeros escritos, resaltando la idea kuhniana de revolución, según el propio autor: ir cambiando paulatinamente, de manera que se aleje de la posición original. Concebidas inicialmente como algo que tendía a acontecer raramente, Kuhn aceptó que las revoluciones podían ocurrir con mucha más frecuencia (Kuhn, 1962).

De esta forma, en el pensamiento de Toulmin, las revoluciones no equivaldrían a una dramática interrupción de la consolidación continua y normal de la ciencia, sino a micro-revoluciones, que a su vez podrían considerarse también como unidades de variación. Esto lo complementa describiendo *"un cuadro de la ciencia en el que las teorías comunmente aceptadas en cada fase strven de punto de partida para un gran número de variantes sugeridas"*

(1970a, p. 57). En definitiva, Toulmin no está de acuerdo con la separación entre ciencia normal y revolucionaria.

El relativismo moderado o ambiguo de Kuhn (Porlán, 1989) tiene como mérito incluir los factores históricos, psico-sociales e ideológicos en la comprensión del desarrollo científico con más profundidad todavía que Lakatos. Así mismo, Toulmin niega que el conocimiento científico se conciba como un *paradigma* o como un *programa de investigación* (Ryan e Aikenhead, 1992).

En el extremo opuesto al absolutismo, podemos situar el relativismo epistemológico radical de Feyerabend. Al profundizar en el análisis histórico de la ciencia, este autor propone la imposibilidad de establecer criterios y reglas universales para la evaluación del cambio científico. Al defender que la ciencia no tiene un *status* epistemológico superior a otras formas de conocimiento, la exclusión de lo no científico, no colabora con su avance. Para él vale cualquier método, científico o no. No existe un método único. Las crisis anómalas de Kuhn son el estado habitual del desarrollo del conocimiento. Su obra tiene el mérito de insistir en que no se desideologice la ciencia.

Chalmers (1993) comparte algunas críticas a esta visión relativista radical de la ciencia. Para él los juicios y deseos individuales no son inmunes al argumento racional externo. Los conceptos tienen propiedades y características que trascienden a las creencias subjetivas de los individuos. También dijo que la defensa de la libertad, sin tener en cuenta la estructura social y el contexto cultural, puede llevar a una posición ingenua e irrelevante. En palabras de John Krige (citado por Chalmers, 1993): *"todo vale (...)* significa que, en la práctica, todo sigue igual" (p. 142).

Aunque, sin estar de acuerdo Toulmin (1972) justifica la posición de Feyerabend

como una reacción lógica al autoritarismo implícito, tanto en las posturas racionalistas como en las posturas empiristas. Una definición *a priori* de que la ciencia corre el riesgo probable de impedir de antemano legítimos cursos de avance teórico que no se ajustan a las exigencias previas. Feyerabend renuncia a este puritanismo intelectual y escoge un camino de libertad completa de innovación conceptual, aunque al precio de ser arbitrario e irracional.

Una imagen evolucionista de la ciencia

Toulmin (1972) rechaza las posturas absolutistas con argumentos similares a los de Feyerabend, incluso aunque no comparte de su modelo relativista radical. Su contribución es enormemente interesante pues se sitúa en el centro de la polémica entre absolutistas y relativistas (Porlán, 1989) presentando un marco teórico realmente nuevo. Al respecto, Novak (1977) afirma:

"De vez en cuando surge en la historia de una disciplina, un nuevo líder cuyo trabajo cambia el curso de la disciplina (...). La obra de Stephen Toulmin puede cambiar el curso de la filosofía para las generaciones futuras (...) Toulmin puede influir significativamente en el pensamiento futuro, en la educación y en las ciencias sociales" (1982, p. 46).

La cuestión básica sobre la comprensión humana que Toulmin defiende es la siguiente: ¿cómo podemos conciliar la necesidad de imparcialidad en la evaluación del conocimiento teniendo en cuenta el hecho histórico y psicosocial de la enorme diversidad de normas racionales aceptadas en los diferentes medios sociales y culturales? En el contexto educativo, esta cuestión sería: ¿cómo compatibilizar imparcialmente, comprender y dirigir el conocimiento escolar teniendo en cuenta la evidente di-

versidad de formas de conocer y de pensar que ha existido, existe y existirá?

Para Toulmin (1972) estos problemas no se abarcan aisladamente, sino como cuestiones operativas que envuelven todos los ámbitos del pensamiento humano. La división en disciplinas es el resultado del autoritarismo intelectual de hoy. Es necesario complejizar el antagonismo entre imparcialidad y diversidad.

Para él, el debate epistemológico tiene que situarse aquí entre la necesidad de definición de criterios imparciales de racionalidad, que estarían en la razón (para los racionalistas) o en los hechos (para los empiristas), y la defensa (que surge de la constatación histórica y psico-sociológica de la diversidad conceptual) de una posición relativista. Este reduccionismo se aproximaría a lo que Morin (1982) clasifica como *paradigma de la simplificación*, dominante en el pensamiento epistemológico contemporáneo.

Toulmin intenta mostrar la complejidad de este problema proponiendo una complementariedad dialéctica, e introduciendo el concepto de *ecología conceptual*. Para él, las cuestiones de imparcialidad y de juicio formal ya no se deben considerar en términos lógico-formales, sino en términos ecológicos y conceptuales. Así, Toulmin abandona el supuesto de que el conocimiento se organiza en sistemas proposicionales estáticos y pasa a reconocer que las ideas de cualquier tipo constituyen poblaciones conceptuales en el desarrollo histórico, tanto en el plano colectivo como en el individual.

De esta forma, lo racional de las actividades intelectuales no está asociado con la coherencia interna de los conceptos y creencias habituales de un individuo, sino con la manera con que cada persona es capaz de modificar su posición intelectual frente a experiencias nuevas e imprevistas. ¿Por qué no habría de ocurrir lo mismo con los meta-conceptos (los conceptos sobre los conceptos)?

En definitiva, Toulmin propone un ejercicio de apertura mental. El descubrimiento de la diversidad del conocimiento ha causado tal desconcierto e inseguridad, que, o nos agarramos al dogmatismo intelectual –negando la evidencia– o nos quedamos en la superficie del descubrimiento. En cualquier caso, resulta difícil admitir que si el conocimiento cambia, lo mismo debe ocurrir con los criterios de su evaluación (Porlán, 1997).

Hasta aquí, hemos presentado el argumento de la viabilidad de una perspectiva ecológica para analizar las poblaciones conceptuales en el desarrollo histórico. Presentaremos ahora, algunos elementos teóricos, no formales, de este análisis.

Para Toulmin (1962), la visión de Darwin (1859) tiene el mérito de explicar, a la luz de una misma teoría, la relativa continuidad de las especies y los cambios que se producen a lo largo de su desarrollo histórico. La evolución de los conceptos sería más un ejemplo concreto que un modelo general de evolución y cambio, basado al mismo tiempo, en la existencia de distintas variantes en competencia dentro de un conjunto poblacional dado y la existencia también de mecanismos ambientales que “por presión exterior”, seleccionan las variedades mejores en relación a un determinado contexto espacio-temporal.

“Dentro de una cultura y época particular, las actividades intelectuales de los hombres no forman una gama continua desordenada. Por el contrario, caen en ‘disciplinas’ más o menos separadas y bien definidas (...) pero cada disciplina, aunque mutable, normalmente exhibe una continuidad reconocible (...). Una explicación evolutiva del desarrollo conceptual, por consiguiente, tiene que explicar dos caracteres separados: por un lado, la coherencia y continuidad por la que identificamos las disciplinas como distintas y, por el otro, los profundos cambios a largo plazo por los cuales se transforman o son superadas” (1977, p. 149).

De cualquier manera, siempre existe una cantidad suficiente de personas creativas y curiosas para mantener continuas innovaciones o variantes conceptuales que entran en competencia intelectual con otras ya establecidas y aceptadas. Algunas de estas variantes se elegirán para su incorporación y otras –la mayoría– serán descartadas e ignoradas, según se consideran más o menos apropiadas que las variantes conceptuales pre-existentes dependiendo del juicio de los foros de debate intelectual y de las exigencias específicas del medio intelectual local. Estas exigencias se refieren a la solución de los problemas teóricos o prácticos específicos de cada población conceptual.

Y, según Toulmin (1972), es justamente a través de esta evaluación conceptual de donde la ciencia procede: determinando lo que se constituye en un problema para la disciplina; qué hipótesis se comprobarán; qué experimentos se realizarán; qué datos se analizarán; cómo se organizará y clasificará la observación y, por extensión, qué percepciones se seleccionarán como relevantes (Finley, 1983). Así, Toulmin concibe el cambio conceptual a través de una perspectiva gradualista. Contra el uniformismo y el agregacionismo de los absolutistas (los conceptos no cambian: se agregan) y frente al radicalismo de las posturas revolucionarias (cambios totales al margen del juicio racional), él propone un tipo de gradación en el sentido de que cualquier transformación, sea lenta o rápida, siempre es parcial y está sometida a la selección crítica de la comunidad intelectual. En apoyo a esta idea Cleminson (1990) afirma que la síntesis de Toulmin muestra una descripción adecuada de la actividad científica por considerar el trabajo del científico, al mismo tiempo, esencialmente normal y potencialmente revolucionario.

Concluyendo la presentación del enfoque ecológico presentamos dos citas de Toulmin que reflejan algunas de las consecuencias teóricas y prácticas que se derivan del potente modelo epistémico.

"En la historia intelectual como en la historia natural, el viejo ideal filosófico de las 'entidades permanentes', que conservan una identidad esencial a través de una continua secuencia de cambios históricos 'accidentales', puede ahora superarse por una noción más vital y menos misteriosa, es decir, de las 'entidades históricas' que, si bien no poseen ninguna característica absolutamente inmutable, conservan suficiente unidad y continuidad como para permanecer distintas y reconocibles de una época a otra". (1977, p. 151).

"(...) debemos ahora prestar atención a los procedimientos de selección realmente usados para evaluar los méritos intelectuales de cada nuevo concepto, y es menester relacionar estos mismos procedimientos con las actividades de los hombres que forman, en ese momento, el 'grupo de referencia' autorizado de la profesión implicada. En esta medida, hallaremos que la historia disciplinaria o intelectual de la empresa interacciona con su historia profesional o sociológica, y solamente podemos separar la historia 'interna' de las vidas de los hombres que tienen esas ideas al precio de una excesiva simplificación" (1977, p. 153).

Implicaciones para la enseñanza

La noción de *ecología conceptual* de Toulmin presenta implicaciones relevantes para la enseñanza, de manera general, y para la enseñanza de las ciencias, de manera particular. Su metáfora para el conocimiento cotidiano parece ser muy útil cuando pensamos en las frecuentes investigaciones y debates sobre la cuestión del cambio conceptual. Para él, el conocimiento cotidiano es resistente al cambio porque está protegido contra los efectos de la innovación y selección crítica, al mismo tiempo que circula sin restricciones ya que su función no está especializada.

Además, de la cuestión del cambio conceptual, también parece útil su visión compleja de los conceptos científicos. Éstos no serían, según Toulmin, términos de cálculos formales o el nombre de clases

empíricas de objetos, sino más bien representaciones explicativas cuyo contenido intelectual se mediría por su ámbito, su alcance y por la exactitud de sus modelos y técnicas. El cambio conceptual, por tanto, presta atención a los hechos empíricos no con la intención de generalizar acerca de los hechos, pero sí con el objetivo de construir una representación mejor, nomenclaturas mejores y procedimientos explicativos mejores para dar cuenta de los aspectos importantes de la naturaleza y de la explicación del mundo tal y como lo conocemos.

Los cambios conceptuales pueden ser muy complejos, cuando los descubrimientos empíricos conciernen a hechos relacionados con la aplicación de los procedimientos explicativos y no a hechos enunciados en términos de conceptos científicos aludidos. Unas veces, los cambios suponen la explicación más exacta de ciertos fenómenos y otras la primera explicación de fenómenos nuevos. En cualquier caso, exigen modificaciones en tres niveles: terminológico, representacional y unos criterios empíricos de aplicación.

El pensamiento de Toulmin puede contribuir entonces a la superación de una dificultad frecuente en los dos modelos de cambio conceptual comúnmente propuestos. Éstos, en general, hacen una analogía entre las concepciones de cambio científico como tareas colectivas para orientar la enseñanza de la ciencia, con el fin de promover el cambio en las concepciones de los alumnos. El poco progreso de los estudios en este campo de las "analogías" puede deberse, en parte, por ignorar esta transposición de los modelos del plano colectivo al plano individual (Barra, 1993). En este sentido, hay que resaltar la potencialidad de la perspectiva evolucionista pues ella permite una evaluación tanto colectiva como individual del cambio conceptual.

La visión de los cambios científicos, no como crecimiento acumulativo lineal y sin

crisis, concepción frecuente en los alumnos (Solbes y Traver, 1996), puede ser más útil para comprender y promover el cambio conceptual en los estudiantes.

Nussbaum (1989), por ejemplo, afirma que muchos estudios educativos nos llevan a la presencia de varios tipos de concepciones mixtas, representando un paralelismo con la descripción histórica de Toulmin. En sus estudios sobre el cambio conceptual, Nussbaum identificó un patrón evolucionista de cambio, así, los estudiantes mantienen elementos sustanciales de la antigua concepción a la vez que gradualmente incorporan elementos de la nueva concepción. Además, propone Nussbaum (1989): *"Si de hecho el cambio conceptual fuera un proceso evolutivo entonces, tal vez podríamos iniciar la exposición de las ideas científicas mucho antes que de costumbre, en el sentido de propiciar más el tiempo de incubación y el proceso de desarrollo"*.

En otros contextos de la enseñanza de las ciencias, por ejemplo en el de las concepciones epistemológicas de los profesores podemos encontrar importantes aplicaciones de las ideas de Toulmin. Diversas investigaciones han encontrado que los profesores de ciencias, en general, presentan una visión inadecuada sobre la naturaleza de la ciencia. Por una parte, varios trabajos identificaron una visión empirista de la ciencia asociada a una práctica de enseñanza racionalista (Harres, 1997; Ledermann, 1992). Lo que parece ser una contradicción, en la visión de Toulmin se puede comprender ya que el empirismo y el racionalismo serían dos vertientes de una misma visión sobre el conocimiento: el absolutismo epistemológico.

Según este punto, otros trabajos se identificaron con posiciones muy próximas al "todo vale" tanto para la enseñanza como para la visión del conocimiento científico, relacionadas, por tanto, con el relativismo radical (Koulaidis y Ogborn,

1989). Otros, incluso, identificaron profesores que presentaban una inadecuación aún mayor: una posición relativista para la ciencia y, al mismo tiempo, una visión absolutista para la enseñanza (Mellado y Jiménez, 1996).

Estos resultados muestran la necesidad de superación de las posiciones absolutistas como de las relativistas radicales sobre la naturaleza de la ciencia y sobre su enseñanza. Por eso, afirmamos que las ideas de Toulmin, con su perspectiva evolucionista y superando la dicotomía anterior, realmente pueden colaborar en esta andadura.

Conclusiones

Hemos presentado una visión histórica de algunos aspectos relevantes, aunque parciales, de la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico. Se han revisado, analizado y comparado algunas concepciones de pensadores y corrientes representativas de la vieja y de la nueva epistemología de la ciencia. En el caso de la visión de Toulmin, hemos llevado sus argumentos incluso al plano del conocimiento cotidiano, del lenguaje y de la relación entre ambos.

La construcción de un modelo de desarrollo de las entidades históricas, cuyos casos particulares pueden servir tanto para la evolución de los conceptos como para la evolución de las especies, parece tener un potencial epistemológico innegable y, por eso, merece la pena profundizar en ello. En este sentido, en la perspectiva de sus implicaciones educativas sería necesario también prestar más atención a la comprensión de la teoría evolucionista de Darwin. Algunas investigaciones han demostrado que algunos profesores, debido a una posición antropocéntrica, comparten una visión inadecuada de la teoría de la evolución y como consecuencia, inadecuada también, de la naturaleza de la ciencia (Bloom, 1989).

También merece la pena profundizar más en otro aspecto que se refiere a las posibles y probablemente plausibles, relaciones entre el pensamiento de Toulmin y el de Laudan. Algunos modelos de cambio conceptual han utilizado la idea de las tradiciones de investigación de éste último, como es el caso de Duschl y Gitomer (1991). Estos autores critican el modelo de Posner et al (1982) por desconsiderar el cambio ontológico y metodológico como una necesidad para un cambio conceptual más eficiente en los estudiantes.

Como afirma Otero (1989), conseguir estructuras conceptuales de una ciencia escolar con más significado psicológico no es un trabajo simple. Requiere competencia en las materias científicas, en su historia y en los procesos de aprendizaje. En este sentido, esperamos haber contribuido a este avance, presentando las ideas de un autor que aunque se haya citado frecuentemente en estudios epistemológicos relacionados con la enseñanza, parece haber sido mencionado sin mucha profundidad. Por nuestra parte, estamos también procurando comprender mejor las implicaciones del pensamiento de Toulmin en educación y de esta forma tratamos también de evolucionar.

REFERENCIAS

- ABIMBOLA, L.O. (1983). The relevance of the "new" philosophy of science for the science curriculum. *School Science and Mathematics* 83(3),181-193.
- BARRA, E.S.O. (1993). Modelos da mudança científica: subsídios para as analogias entre história da ciência e ensino de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física* 10(2),118-127.
- BLOOM, J.W. (1989). Preservice elementary teacher's conceptions of science, theories and evolution. *International Journal of Science Education*, 11(4),401-415.
- BUNGE, M. (1985). *Seudociencia e ideología*. Madrid: Alianza Editorial.
- CLEMINSON, A. (1990). Establish an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching* 27(5),429-445.
- DUSCHL, R.A. (1983). Comment on "an analysis of perspective science teacher's understanding of the nature of science". *Journal of Research in Science Teaching* 20(4),373-376.
- DUSCHL, R.A. y GITOMER, D.H. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice. *Journal of Research in Science Education* 28(9),839-858.
- FINLEY, F.N. (1983). Science process. *Journal of Research in Science Teaching* 20(1),47-54.
- HARRES, J.B.S. (1997). *Um instrumento para detectar concepções sobre a natureza da ciência*. VI Conferência Latino-Americana sobre Educação em Física. La Falda: Argentina.
- KOULALIDIS, V. y OGBORN, J. (1989). Philosophy of science: an empirical study of teacher's views. *International Journal of Science Education* 11(2), 173-184.
- KRIGE, J. (1980). *Science, revolutions and discontinuity*. Sussex, Harvester.
- KUHN, T.S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- LAKATOS, I. (1979). O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A. (org.). *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press. (trad. port. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix.).
- LEDERMANN, N.G. (1992). Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching* 29(4), 331-359.
- MATTHEWS, M.R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la tendencia actual de reproximación. *Enseñanza de las Ciencias* 12(2), 255-277.
- MELLADO, V.J. (1996). Concepciones prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias* 14(3),289-302.
- MELLADO, V.J. y CARRACEDO, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 11(3), 331-339.
- MORIN, E. (1982). *Science avec conscience*. Librairie Arthème Fayard. (trad. cast. *Ciencia con conciencia*. Barcelona: Anthropos, 1984).
- NÍAZ, M. (1994). Más allá del positivismo: una interpretación lakatosiana de la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 12(1), 97-100.

- NOVAK, J.D. (1977). *A theory of education*. Cornell: Cornell University. (trad. cast. *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza editorial, 1982).
- NUSSBAUM, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education* 11, 530-540.
- OTERO, J. (1989). La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias* 7(3), 223-228.
- POPPER, K.R. (1975). The rationality of scientific revolutions. In: HARRE, R. (ed.) *Problems of scientific revolution*. Oxford: Clarendon Press.
- PORLÁN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis doctoral, documento inédito. Universidad de Sevilla.
- PORLÁN, R. (1992). *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Díada Editora.
- POSNER, G.J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W. y GERTZOG, A. (1982). Accomodation of a science conception: toward a theory of a conceptual change. *Science Education* 66 (2), 211-227.
- RYAN, A.G. y AIKENHEAD, G.S. (1992). Student's preconceptions about the epistemological of science. *Science Education* 76 (6), 559-580.
- SOLBES, J. y TRAVER, M.J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias* 14(1), 103-112.
- TOULMIN, S. (1953). *The philosophy of science: an introduction*. London: Hutchinson.
- TOULMIN, S. (1970). É adequada a distinção entre ciência normal e ciência revolucionária. In: LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A. (org.). *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press. (trad. port. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix).
- TOULMIN, S. (1972). *Human understanding. Vol. I: The collective use and evolution of concepts*. Princeton: Princeton University Press. (Trad. Cast. *La comprensión humana. Vol. I: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial, 1977).
- WAGNER, P.A. (1983). The nature of paradigmatic shifts and the goals of science education. *Science Education* 67(5), 605-613.

SUMMARY

This article presents an epistemological analysis about some ideas of Stephen Toulmin, specially his evolutionist theory of knowledge. It's discussed the role this theory may have in the debates among absolutist and relativist positions related to science teaching.

RÉSUMÉ

Dans cet article on présent une analyse épistémologique de quelques idées de Stephen Toulmin, spécialement leur théorie évolutionniste sur le connaissance. On discute l'influence que cette théorie, concrètement dans l'enseignement des sciences, peut exercer dans le débat entre les positions absolutistes et relativistes.