



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**PERFILES  
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

**Castorina, José Antonio (1998)**

**“APRENDIZAJE DE LA CIENCIA: CONSTRUCTIVISMO SOCIAL Y  
ELIMINACIÓN DE LOS PROCESOS COGNOSCITIVOS”**

**en Perfiles Educativos, Vol. 20 No. 82 pp. 24-39.**

# Aprendizaje de la ciencia: constructivismo social y eliminación de los procesos cognoscitivos

JOSÉ ANTONIO CASTORINA\*



Este escrito hace un análisis crítico de la perspectiva semiótica enfocada al discurso escolar, y particulariza en las indagaciones que se ocupan del contexto del habla y de la organización social de las clases de enseñanza de las ciencias. Describe los rasgos básicos que definen su interpretación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia en términos de negociación de los conocimientos, argumentaciones y significados compartidos, para luego examinar, por una parte, su tesis de la eliminación de los componentes cognoscitivos individuales en dicho proceso, y por otra, la epistemología “constructivista social” del conocimiento científico que está implicada, directa o indirectamente, en sus afirmaciones. Por último, busca analizar las consecuencias educativas de estas posiciones cuando, asociadas a la tesis eliminativa de los procesos cognoscitivos, reducen la actividad de un alumno a aprender “un modo de hablar” y la del docente a persuadirle que adopte una lengua científica.

*This paper offers a critical analysis of the semiotic perspective focused on the school discourse, and singles out those inquiries taking care of the speech context and the social organization of teaching sciences. It describes the basic features defining the teaching-learning process of science in terms of negotiation of knowledge, arguments and shared meanings. Subsequently, it examines the thesis of eliminating the individual cognitive components from such process; as well as the “social constructivist” epistemology from the scientific knowledge that their assertions involve. Finally, it seeks to analyze the education effects of such stances when, in partnership with the thesis eliminating cognitive processes, they lower both the student’s activity to learn “a way of speaking”, and the teacher’s one to convince him of adopting a scientific jargon.*

## LOS PROBLEMAS A REVISAR

Hay una conciencia extendida entre los educadores de las ciencias naturales y, en menor grado, de las ciencias sociales, acerca de las dificultades para promover el cambio conceptual de los conocimientos previos de los alumnos (Carretero, 1996). Por ejemplo, hay reparos para que los estudiantes abandonen una concepción "continuista" de la materia por otra "discontinua" que les permita explicar diversos procesos químicos básicos, como la disolución o las reacciones químicas; o en las ciencias sociales, para que los alumnos revisen la creencia de que la sociedad está constituida sólo por individuos y donde unos mandan a otros de modo personalizado (Lenzi y Castorina, 1998).

Durante la década de los ochenta una parte de los ensayos se apoyaron en la versión clásica del cambio conceptual, según la cual las modificaciones de los conocimientos de los alumnos durante el proceso de enseñanza siguen o deberían seguir la orientación de los cambios en las ciencias. Más precisamente, el cambio racional de las creencias de la ciencia, según lo veían los filósofos "pospositivistas" (Strike y Posner, 1993), se constituyó en un modelo para interpretar el cambio conceptual de los alumnos.

Recientemente se ha cuestionado el uso "normativo" de un modelo de transformación científica, cualquiera que sea su orientación epistemológica, para interpretar el cambio conceptual en los alumnos (Castorina, 1995), así como la afirmación del sentido "racional" uni-

forme del cambio conceptual, al margen de las interacciones entre los procesos cognitivos y las condiciones didácticas en que se verifican. Tampoco parece que el cambio conceptual sea único, en el sentido de la simple sustitución de creencias previas por los conceptos científicos. Ante el debilitamiento de la versión clásica hoy se buscan enfoques del aprendizaje de las ciencias menos uniformes y más atentos a la diversidad de sus condiciones contextuales.

Por un lado, se dan los primeros pasos para situar en la investigación empírica a los procesos de modificación conceptual de las ideas políticas en las interacciones que ocurren en el aula y particularmente bajo las condiciones didácticas (Lenzi, 1998).

Por otra parte, la teoría vigotskyana, centrada en la relación mediadora del lenguaje para la comprensión conceptual, ha permitido situar el estudio de las ideas físicas y biológicas en el pasaje del contexto sociocultural de los "conceptos cotidianos" al propio de los "conceptos científicos" (Howe, 1996). Incluso, algunos autores han enriquecido esta perspectiva con el análisis de los géneros discursivos en el aula durante la enseñanza de la ciencia, a partir de la obra de Bakhtin (Mortimer; Machado, 1997).

De modo semejante, la perspectiva "semiótica" ha enfocado sus indagaciones en el discurso escolar, ocupándose del contexto del habla y de la organización social de las clases de enseñanza de las ciencias. En esta perspectiva los problemas de la enseñanza y aprendizaje se interpretan en términos de negociación de los conocimientos, argumentaciones y significados compartidos (Mercer, 1988; Lemke, 1997).

\* Profesor e investigador de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

De los enfoques mencionados, este trabajo se ocupa solamente de la perspectiva “semiótica”, una de las más influyentes y problemáticas. Se trata de describir los rasgos básicos que definen su interpretación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, para luego examinar, por una parte, su tesis de la eliminación de los componentes cognoscitivos individuales en dicho proceso y, por la otra, la epistemología “constructivista social” del conocimiento científico que está implicada, directa o indirectamente, en sus afirmaciones. Por último, se trata de analizar las consecuencias educativas de estas posiciones.

## LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA COMO “SEMIOSIS”

Para Mercer (1997), la adquisición infantil de modos “educados” de pensar depende de la adquisición de modos de usar el lenguaje para construir conocimiento. En una misma línea, Lemke (1997) sostiene que tanto el aprender y el enseñar como el hacer ciencia son básicamente procesos sociales. Éstos se realizan por los miembros de comunidades sociales grandes y pequeñas (por ejemplo en las aulas). Dichas comunidades se constituyen mediante la comunicación de significados complejos, principalmente por medio del lenguaje.

En el transcurso del diálogo educativo los alumnos pueden acceder al modo de “hablar científicamente”, tal como lo hacen las ciencias naturales. Así, el significado de las palabras “electrón”, “orbital” o “elemento”, no cuenta aisladamente, sino cuando los alumnos las combinan para explicar sus relaciones, de modo que los significados de las pa-

labras en un campo científico constituyen un patrón temático. Más aún, sabemos qué es una teoría o un sistema conceptual en una perspectiva lingüística: un patrón semántico que se reconstruye una y otra vez por los miembros de una comunidad (de los científicos o un corte transversal de una clase de ciencias).

De modo que la educación científica consiste en “enseñar a usar el lenguaje” según los patrones semánticos de la ciencia, de modo flexible y para sus propios propósitos, en clase, en los exámenes, al llegar a la solución de un problema (Lemke, 1997).

Por medio de diversas estrategias, los profesores y los alumnos comparten un patrón semántico durante el diálogo. Como es sabido, el diálogo de estructura triádica es una de las formas de actividad más frecuentes, pero no necesariamente la mejor; y quizás la estrategia de desarrollo temático más obvia es la serie de preguntas del profesor. La definición que Lemke (*op. cit.*) da de dichas estructuras es la siguiente: el diálogo triádico es “la estructura de actividad más común en la clase. Los profesores plantean preguntas, piden a los alumnos que les respondan y evalúan las respuestas” (p. 229), mientras que la serie de preguntas del profesor consiste en “una secuencia de preguntas de profesor en diálogo triádico, muy relacionadas temáticamente, que constituyen una serie de relaciones semánticas eslabonadas” (p. 239).

En síntesis, el aprendizaje de la ciencia es un asunto de “aprender cómo hablar ciencia”, lo que requiere las mismas habilidades lingüísticas que cualquier otra disciplina. Esto es, involucra apropiarse de una forma específica de construir con palabras y con su propia

organización, el significado de la experiencia. A este respecto, los textos de los investigadores ofrecen cuidadosas descripciones de diferentes diálogos, estrategias y tipos de argumentación durante las clases de ciencia (Lemke, 1997; Candela, 1997; Mercer, 1997; Edwards y Mercer, 1988).

A partir de estas ideas centrales, Lemke (1997) sugiere a los profesores que logren suspender la estructura del diálogo pregunta-respuesta y atiendan las interrogantes de los alumnos, sus informes individuales y las discusiones grupales; que les enseñen explícitamente cómo usar el lenguaje científico, explicando cómo ellos mismos combinan los términos para formar oraciones; que interpreten las ideas previas de los estudiantes, logrando que sean discutidas en conjunto, para facilitar su propia presentación de la versión científica; que les ayuden a entender que las observaciones dependen del lenguaje de alguna teoría y también a reconocer otras teorías alternativas.

Se pueden señalar dos objetivos importantes para nuestro análisis. Por un lado, de acuerdo con Lemke, los profesores deberían enseñar la real actividad social de la ciencia en distintas épocas y no su caricatura cientificista de saberes legitimados por "la metodología"; por el otro, presentar a la ciencia como una modalidad básica de "hablar acerca del mundo", entre otras, importante y útil pero no la mejor, la más verdadera, ni la más completa y suficiente.

Por lo dicho, el desarrollo de los conceptos en el aula depende de las interacciones discursivas y puede ser interpretado como la introducción de los alumnos en el discurso científico, con la guía del profesor, quien los ayuda a

construir los significados, incluso utilizando recursos retóricos, como la argumentación, las narrativas o el uso de metáforas.

Los significados no podrían constituirse sólo en las actividades experimentales o en los esfuerzos individuales por darles sentido (Mercer, 1995). Por tanto, el aprendizaje está constitutivamente situado en contextos discursivos, involucrando el debate, los desacuerdos y la confrontación conflictiva de versiones que surgen cuando los participantes ponen en juego recursos discursivos para el logro de la persuasión.

Promover el diálogo *con* y *entre* los alumnos, como modo de apropiarse de las relaciones significativas propias de los patrones científicos, supone el respeto por las ideas alternativas de los alumnos y la búsqueda de puentes entre el lenguaje coloquial y el científico que susciten en sus alumnos la transición de las cuestiones y preguntas científicas a las coloquiales, señalando cuándo emplear lenguaje coloquial y cuándo el científico.

Ahora bien, la interpretación "semiótica" trata a la enseñanza y al aprendizaje únicamente en términos de relaciones sociales negociadas, donde se producen y reproducen conexiones semióticas. Lo anterior supone haber tomado previamente decisiones teóricas: por un lado, referidas a la concepción del aprendizaje que le es compatible, lo que ha sido ampliamente explicitado (Mercer y Edwards, 1988; Edwards, 1997; Lemke, 1997); por el otro, involucra una concepción de la ciencia, más o menos esbozada en los autores, y cuya argumentación explícita se puede encontrar en los filósofos y sociólogos de la ciencia en que se inspira.

## LA ELIMINACIÓN DE LOS PROCESOS MENTALES

En una obra clásica, Edwards y Mercer (1988) criticaron el enfoque británico de la enseñanza de la ciencia en los años sesenta, legitimado por la psicología del desarrollo. En particular, la tesis de que la enseñanza debía graduarse según los niveles del desarrollo de la inteligencia de los alumnos, promoviendo actividades creativas con materiales y problemas, a partir del nivel alcanzado para suscitar su cambio. Es decir, los alumnos debían inventar problemas más que recibirlos, actuar más que escuchar, buscar respuestas más que darlas a los maestros.

Por el contrario, propusieron una base discursiva para el aprendizaje en el aula: cualquier actividad y experiencia realizada por cada alumno sólo adquiere sentido mediante los actos de habla. Hasta las ideas de los niños sobre sus propios descubrimientos “estaban en gran medida gobernadas por las interpretaciones que les ofrece la maestra a través de diversos mecanismos de comunicación” (1988, p. 142).

Lemke, por su parte, rechaza los procesos cognitivos individuales como la intención, el pensamiento o la cognición, ya que su postulación involucra, en opinión del autor, asumir posiciones “mentalistas”:

El mentalismo encubre la realidad social a través de una suposición de universalidad que expresa que todas las mentes humanas procesan la información de la misma forma. Pero aquello que la psicología cognitiva intenta describir está directamente relacionado con las prácticas semióticas, las cuales

son diferentes en las distintas culturas y/o grupos sociales[...] los datos de la ciencia cognitiva no son completamente “mentales”; estos datos, en la forma de conducta lingüística y social, son registros y descripciones de prácticas semióticas (Lemke, *op. cit.*, p. 205).

Para el autor, la psicología cognitiva, al atribuir a los individuos un procesamiento interno y uniforme de la información, enmascara la “realidad social”. De hecho, lo que describe como “pensamiento” solamente es una actividad material donde se plasma el uso del lenguaje y de otros recursos semióticos.

Recientemente, Edwards (1997) ha ido más lejos en la argumentación destinada a eliminar los procesos mentales. Particularmente, rechaza la psicología cognitivista por su reduccionismo de la vida psicológica, incluidas las interacciones sociales, a procesos computacionales. Por el contrario, en contra de cualquier psicología cognitiva, es preciso situar los fenómenos mentales en las interacciones sociales. Por ejemplo, la formación y la prueba de hipótesis se deben interpretar como clases de argumentos en lugar de concebirlas como la producción de esquemas individuales de conocimiento. Este proceso se debe derivar plausiblemente de relaciones sociales discursivas, desde la retórica de los desacuerdos, el desacuerdo potencial, hasta la crítica anticipada.

En general, para este autor no hay un resultado mental objetivo que resulte del desarrollo, sino “una noción constructiva-discursiva de la mente como un rango de las categorías y modos de hablar de los participantes desplegadas en descripciones y relatos de la conducta humana” (1997, p. 48). Es decir, intere-

sa exclusivamente lo que la gente trata como fenómenos mentales en sus prácticas sociales, de modo que lo mental figura como una construcción cultural en los intercambios discursivos y no como una entidad.

Desde una perspectiva neovigotskyana, Morthimer y Machado (1997) consideran que la teoría piagetiana de la equilibración trata del sistema cognitivo de un individuo solitario y por esto es discutible su utilización para examinar los procesos que se cumplen en las interacciones discursivas. Pero para Morthimer hay una alternativa: resignificar esta teoría. Por medio del análisis de un episodio o una secuencia de enseñanza en el aula, quieren mostrar que los alumnos asumen las perturbaciones provocadas en el intercambio discursivo, con el auxilio de la profesora, y llegan a superar los “conflictos cognitivos” (entendidos éstos como las incoherencias entre las afirmaciones de diferentes alumnos). De este modo, las construcciones no provienen de la equilibración del sistema cognitivo de cada alumno, sino solamente del movimiento discursivo.

En principio, puede aceptarse la crítica a una teoría psicológica que supone un dispositivo mental innato, con un procesamiento “interno” de la información y separado sin remedio del mundo social. También es aceptable cuestionar las interpretaciones “aplicacionistas” de la psicología genética, que centran el aprendizaje escolar en el acceso a los sistemas lógicos, o las que proponían el ejercicio de los mecanismos de equilibración, con independencia de las interacciones con el objeto disciplinar y de las condiciones didácticas.

Sin embargo, ni las argumentaciones ni las pruebas empíricas ofrecidas por

estos autores son convincentes respecto de la eliminación de los procesos cognoscitivos o de su reducción a “las descripciones que hacen los participantes del intercambio discursivo”. En cambio, la interacción cognoscitiva de cada alumno con los objetos disciplinares parece imprescindible para explicar su comprensión de la ciencia en la escuela. Y ello, considerando que no puede lograr esta última por su sola cuenta sin ayuda del docente. Los procesos cognoscitivos individuales —pero no “solitarios”— se cumplen respecto de objetos sociales y durante interacciones sociales orientadas por el docente.

La equilibración de los procesos cognoscitivos ha sido caracterizada por las interacciones de las hipótesis de los alumnos con los observables y con otras coordinaciones. Si bien las interacciones discursivas crean condiciones posibilitantes y limitantes para el proceso de equilibración, “resignificar” a este último en términos discursivos le quita su sentido epistemológico de ser una explicación de cómo cada sujeto construye o reconstruye el saber en la interacción con los objetos. Más aún, se podría no eliminar la dimensión de los procesos cognitivos y ello no empañaría el análisis de la otra dimensión, la interpretación discursiva de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula. Esto permitiría articular en la investigación empírica los procesos de construcción conceptual en el plano psicológico con las interacciones discursivas contextuales.

Al decir que los alumnos transforman el “objeto” de conocimiento ofrecido por el docente para reconstruirlo, los psicólogos postulan alguna comprensión de un problema, así como una elabora-

ción y puesta a prueba de sus hipótesis, respecto de los observables y de otras hipótesis. Incluso para apropiarse del “sistema semántico” disciplinar deben desequilibrar algunas de sus ideas e hipótesis previas, para luego realizar abstracciones superadoras, diferenciar e integrar sus conceptos, e incluso “tematizarlos”. Esta actividad cognoscitiva mental —pero no “mentalista”, en el sentido de estar encerrada en un aparato cognoscitivo aislado— es necesaria para acceder al saber objetivado escolar.

### **LAS TESIS EPISTEMOLÓGICAS DEL CONSTRUCTIVISMO SOCIAL**

Los textos de la versión semiótica de la enseñanza interpretan a la ciencia como un “modo de hablar” acerca del mundo y de hacer viable la experiencia sólo dentro de ciertos contextos discursivos. Esta perspectiva sobre la ciencia es compatible con la tesis eliminativa de los procesos mentales: la mente y la realidad física son tratados con sentido únicamente desde el discurso y análisis conversacional que concierne a los participantes (Edwards, 1997).

Los autores sostienen, por tanto, tesis epistemológicas de tipo *instrumentalista* y *relativista* cercanas al “constructivismo social” defendido, entre otros, por filósofos como Rorty (1979; 1986) o por los sociólogos del programa “fuerte” (Bloor, 1998; Latour y Woolgar, 1984).

Ante la cuestión de si las entidades afirmadas en el discurso son ficciones o guardan alguna relación con la realidad, el instrumentalismo sostiene lo primero.

Autores como Driver *et al.* (1994) afirman que el conocimiento científico

es simbólico en su naturaleza y socialmente negociado, de esta manera la ciencia no se ocupa de los fenómenos de la naturaleza sino de los constructos propuestos por la comunidad científica. Así, la ciencia no se ocupa de entidades externas al discurso, limitándose al mundo simbólico socialmente construido.

Además, las teorías son modos complejos de hablar acerca de los fenómenos, a los que transforma “para ser más útiles, pero que nunca son confirmadas y casi nunca desmentidas. Se las utiliza mientras parecen productivas y se las modifica una y otra vez hasta que dan lugar a nuevas teorías” (Lemke, 1997, p.187). El objetivo de la ciencia es la “estructuración discursiva” de que es importante y útil, pero no que es la mejor, la más verdadera, o que se trata de un punto de vista completo y suficiente” (Lemke, 1997, p. 188); o “cualquier explicación del mundo es una construcción social igualmente válida en el contexto de su producción, cuestionando la superioridad de la ciencia sobre cualquier otra interpretación del mundo” (Candela, 1997, p. 236).

Se pueden ampliar estas afirmaciones apelando a los argumentos originales que los inspiraron.

Según el programa “fuerte”, la sociología del conocimiento se ocupa de las causas sociales que producen la ciencia, adoptando una actitud imparcial a lo que en un momento dado se considere como conocimiento verdadero o falso y una forma de explicación “simétrica” en el sentido que los mismos tipos de causa deben invocarse para explicar creencias verdaderas o creencias falsas (Bloor, 1998).

Así, se intenta capturar los mecanismos sociales que causan la génesis y va-

lidación de los conocimientos científicos: básicamente, el funcionamiento de un contexto local, en términos de la cultura y de las demandas e intereses de los científicos.

Los esquemas científicos estructuran la naturaleza dentro de los diversos contextos sociales, por lo que las observaciones y lo que afirmamos, lejos de capturar la realidad, son la traducción de los lenguajes disponibles. En nuestra cultura, las teorías resultan de un proceso inductivo socialmente organizado, de acuerdo con las convenciones asumidas por la comunidad (Bloor, 1982). El propio Edwards ha asumido explícitamente esta posición cuando sugiere “evitar presuposiciones sobre la naturaleza de la realidad o la mente”, limitándonos a tratarlas “en cuanto cada una es construida práctica y discursivamente” (1997, p. 60).

Para esta perspectiva, la justificación de las creencias por el método científico es poco relevante comparada con su aceptación por el consenso social. En todo caso, las reglas metodológicas son contextuales, y la interpretación de la evidencia empírica depende en grado sumo de los acuerdos y los intereses grupales.

En esta línea, la vida dentro de un laboratorio de neuroendocrinología (Lattour y Woolgar, 1986) parece mostrar que los hechos científicos se construyen socialmente por medio de la persuasión retórica de los investigadores y por la intervención de condiciones circunstanciales como el estatus de los científicos o la competencia con otros laboratorios. Incluso se borran los rastros de este contexto social, al punto que los investigadores no creen haber sido convencidos y ven los intereses materiales

como disociados del “pensamiento” científico.

Las indagaciones inspiradas en el programa “fuerte” adoptan una posición relativista más o menos radical al sostener que las proposiciones científicas dependen del contexto donde aparecen. Es decir, es inaceptable cualquier extensión de su validez más allá del ámbito de su discurso. También se la puede caracterizar por la siguiente afirmación: la evidencia empírica acerca del mundo natural no pone límites relevantes a sus proposiciones (Laudan, 1993).

Por su parte, Rorty (1979; 1996) rechaza la objetividad del conocimiento supuestamente obtenida por procedimientos “racionales” que aseguran la correspondencia con la realidad. En su lugar, la reduce a la solidaridad, de modo que la verdad de una creencia es lo que “nos es bueno creer”, y respecto de su relación con el mundo, es la cualidad que tienen las creencias de permitirnos obtener lo que es conforme a nuestros intereses y necesidades.

Rorty llama “etnocéntrico” a su relativismo: “no puede decirse nada acerca de la verdad o la racionalidad aparte de las descripciones de los procedimientos conocidos que una determinada sociedad —la nuestra— utiliza en uno u otro ámbito de investigación” (Rorty, 1996, p. 42). Esto significa que una creencia no se justifica gracias a una racionalidad “transcultural” dirigida al mundo, o adecuada a la realidad, sino porque consideramos que hasta ahora no hay otra mejor.

Ante las dificultades insuperables de los ensayos que asocian la racionalidad con criterios ahistóricos y transculturales, con la objetividad y con la correspondencia a lo real, solo queda, para

Rorty, la solidaridad. Es decir, los acuerdos de los miembros de la misma comunidad entre quienes es posible compartir sus creencias y justificarlas.

Lo anterior permite interpretar las afirmaciones de la versión "semiótica" de la enseñanza: la ciencia no es mejor que otras tradiciones por ser más "objetiva" o "metodológicamente fundada", ya que carecemos de criterios racionales fuera de cada comunidad. Al tratar a la ciencia como un modelo institucional de solidaridad y de acción eficaz para otras comunidades, sólo aspiramos a un modo de justificar las creencias por el mayor número de argumentos que sea posible (Rorty, 1996).

## CRÍTICAS AL CONSTRUCTIVISMO SOCIAL

La versión "semiótica" de la enseñanza de la ciencia se apoya en la concepción "constructivista" social de la ciencia, por lo que una evaluación crítica de esta última permitirá comprender las dificultades de la primera.

a) Se pueden examinar las tesis relativistas del programa fuerte o de Rorty, argumentando acerca de la imposibilidad implicada en el propio relativismo.

En la tradición filosófica se ha sostenido el carácter incoherente del relativismo: si es verdadero es, en algún sentido, falso. Supongamos un relativista típico, para el cual la "verdad", si hay algo que merezca llamarse así, depende de los estándares contextuales (por ejemplo, esta comunidad científica). Si no aplica su criterio a sí mismo, hace una afirmación absoluta, y entonces no es relativista.

Pero si aplica su criterio a sí mismo, la tesis relativista dependerá, entonces,

de los mismos estándares desde donde se la formula. "Decir que una afirmación relativista es ella misma relativa, es tanto como reconocer que no será verdadera de manera absoluta, y que por tanto, en ocasiones será falsa" (Arenas, Muñoz y Perona, 1997). De ser así, no todas las afirmaciones serán relativas, habrá algunas que serán absolutamente verdaderas.

Sin embargo, los propios relativistas han tratado de formular su tesis de modo menos radical, reconociendo sus límites. En el caso de los herederos del programa fuerte, Woolgar y Ashmore (1988) trataron de evitar las consecuencias del argumento de *tu quoque* ("tú también"), extendiendo a la propia sociología del conocimiento los criterios del constructivismo social aplicables originalmente a las ciencias naturales. El intento de eludir el objetivismo no ha sido exitoso (Torres, 1997).

Además, el relativismo menos radical no logra pasar la prueba que él mismo requiere: ser acordado por una comunidad al verificarse la afirmación de que el saber verdadero equivale a aquello que la mayoría de una población consensúa (por ejemplo, para la propia cultura). Por desgracia, la mayoría de los miembros de nuestra cultura consideran verdadero que el relativismo es falso.

Según Rorty, es aceptable buscar el "acuerdo solidario" como verdad relativa para los enunciados "normales", del tipo "el agua hierve a cien grados". Pero, en el caso de las afirmaciones filosóficas acerca del relativismo o el realismo, no se puede apelar a lo que entiende "la mayoría de los miembros de la cultura". Son enunciados de tipo hermeneúutico, cuya "verdad o falsedad" no

se puede predicar en el sentido de solidaridad y adecuación a intereses sociales. Terminan por ser reducidos a un tratamiento puramente retórico (Putnam, 1997).

El relativismo epistemológico es, por lo menos, una tesis problemática que no debería aceptarse sin una cuidadosa argumentación, como sucede con frecuencia en los textos de los investigadores en enseñanza de la ciencia.

b) El constructivismo social, por sus sesgos instrumentalista y relativista, ha rechazado el realismo epistemológico, a pesar de admitir residualmente la realidad externa al proceso de conocimiento.

Para un instrumentalista, las entidades teóricas sólo son un discurso ficcional y los enunciados del discurso tienen únicamente objetivos instrumentales. Sin duda, las entidades simbólicas (electrones, genes o especies) del discurso científico son el resultado de una construcción social, y como tales son "objetos" teóricos de conocimiento, pero de esto no se infiere que constituyan al mundo, haciendo imposible toda pretensión de aproximarse a su estructura.

En este sentido, es inaceptable la tesis de Lemke de que se aprende la ciencia como si fuera una lengua extranjera y estableciendo la distinción entre ambas únicamente en el tipo de discurso y no en aquello que describen (Osborne, 1996).

Por su lado, el relativismo debe parte de su atractivo intelectual al contraste con el realismo representativo, identificado con "el realismo", y para el cual hay exactamente una copia verdadera del mundo externo. Pero este realismo de la correspondencia exacta de las representaciones y el mundo es indefen-

dible porque cada vez que se intenta justificar tal correspondencia se tropieza siempre con una "realidad" que está del otro lado de nuestra experiencia posible. Es imposible observar el mundo a la vez que sus representaciones, salvo para la mirada divina, como diría Putnam (1975).

Ahora bien, el realismo es más amplio: para la versión "internalista" de Putnam (1997), "trascendental" de Bhaskar (1978), incluso "crítica" de Piaget (1967), no se necesita sostener la tesis del "Ojo de Dios" que garantice el acuerdo completo de las "representaciones" con el mundo, porque puede abandonarse la verdad como correspondencia estricta o como reflejo de lo real.

Es factible, entonces, defender un mínimo realismo, en términos de "un límite" al que se dirige la actividad científica, algo así como el objeto imposible, al que se aproxima inacabadamente la historia de construcciones (de "objetos teóricos" y observables), y que retrocede ante cada nuevo avance. Una intención realista es imprescindible para hacer posible la empresa científica.

No se puede hablar directamente del mundo real, sino mediante sistemas de acción conceptual parciales e incompletos, los que son relativos a una cultura, "pero de aquí no se sigue que la verdad o falsedad de cualquier cosa que digamos usando esos conceptos sea simplemente decidida por la cultura" (Putnam, 1997).

Hay una confusión en el relativismo entre el hecho de que no podemos hablar de los objetos reales al margen de nuestros conceptos insertos en una cultura y negar que digamos algo acerca del mundo, o que éste restrinja nuestras explicaciones.

c) Según el programa fuerte, en las prácticas científicas no intervienen significativamente ciertas reglas de validación, ni la consistencia teórica ni la adecuación de modelos a los datos disponibles. "Un cuerpo de prácticas consideradas ampliamente por los observadores como bien organizadas, lógicas y coherentes, consiste de hecho en una formación desordenada con la que el científico lucha para producir orden" (Latour y Woolgar, 1986, p. 36).

Sin embargo, se puede plantear la cuestión de otro modo. Que la práctica real de la ciencia no se adapte a una descripción sólo metodológica, no conduce al rechazo de las normas o criterios de evaluación. Se puede recusar que las normas sean "eternas", "asociales" o "universales", pero ello no las hace insustanciales para la práctica de una ciencia. Tampoco que los científicos estén desautorizados para establecer cuándo un saber es más avanzado que otro. Es decir, que puedan establecer si un sistema teórico evita las fallas empíricas o conceptuales de otro, formulando explicaciones más satisfactorias y consistentes o cambiando su campo de aplicación.

La versión relativista ha pasado demasiado rápido del reconocimiento de que la evidencia empírica no determina suficientemente a las teorías científicas, a su explicación por los contextos sociales (Chalmers, 1992), por los intereses y acuerdos grupales, la persuasión de los rivales y las creencias sociales básicas. Para establecer esto último se debería mostrar que, ante el problema de subdeterminación empírica, los científicos eligen siempre entre teorías por razones e instrumentos característicamente sociales. Sin embargo, se puede mostrar

que los científicos han elegido en ocasiones una teoría por razones estrictamente epistémicas (por ejemplo, se puede preferir una teoría por ser más simple de probar que otra, según Laudan, 1996).

El desarrollo de la ciencia no es compatible con este relativismo: el paso del creacionismo al darwinismo, o de la física aristotélica a la física moderna, o de la mecánica newtoniana a la mecánica relativista, tiene que ver significativamente con nuevas preguntas y nuevas respuestas a cuestiones ya planteadas. En el rechazo o la transformación de una teoría por otra, se abandonan los conceptos anteriores, se plantean cuestiones de evidencia, de consistencia y se pueden comparar sus campos de aplicación.

La producción de la teoría de Darwin sería incomprendible sin situarla en su contexto social: la hibridación de las especies en Inglaterra, las discusiones teológicas o las ideas sociales malthusianas. Sin embargo, hay cuestiones legítimas acerca de la evidencia disponible a su favor, o los casos en que su aplicación falla, aun en el campo de su dominio propio de fenómenos, incluso las referidas a su consistencia interna, si se la compara con otras teorías. Más aún, las respuestas a dichas preguntas han influido sustancialmente en su aceptación por la comunidad científica.

Se han dado razones epistémicas en la historia de la ciencia: la teoría de la relatividad general de Einstein tiene un campo de aplicación más amplio que la física newtoniana y evita algunas fallas de esta última; o la teoría creacionista del origen de las especies es un saber razonablemente "sancionado" por la producción teórica y experimental.

d) Por último, un comentario acerca del papel de las concepciones y creencias de los científicos en la edificación y justificación de sus teorías. Como vimos, para el constructivismo social los vínculos sociales discursivos, las concepciones del mundo y los intereses grupales entran de modo crucial en las decisiones de los científicos, en lugar de la evidencia empírica.

Se podría mostrar, en cambio, la intervención significativa de “marcos epistémicos” en la práctica de las ciencias, sin los defectos del constructivismo social, como lo hacen Piaget y García (1982). En esta perspectiva, se interpreta que el principio de inercia sólo fue posible en la física moderna una vez que se superó la concepción de la naturaleza que tenía Aristóteles, y según la cual el estado “natural” de un cuerpo en el mundo sublunar era el reposo, mientras el movimiento resultaba de la “violencia” de una fuerza externa.

En otras palabras, el pensamiento científico se constituye al interior de un marco extracientífico de ideologías y concepciones del mundo. Esto sucede en la física y, obviamente, en las ciencias sociales, se aplica al saber “sancionado” como falso y al saber que se reconoce científico. Dicho marco limita seriamente las posibilidades de teorización, marcando cierta direccionalidad para esta última (García, 1999). Es preciso romper con una concepción del mundo que domina el pensamiento por razones filosófico-religiosas, sea aristotélica o creacionista, para acceder a la física moderna o la teoría de la evolución. Es decir, el principio de inercia forma parte de una ruptura ideológica y no sólo científica respecto de una concepción anterior. Luego de una ruptura, el nue-

vo marco vuelve a condicionar los desarrollos posteriores, como sucedió con el mecanicismo en la física moderna.

Ahora bien, el marco epistémico no determina unívocamente las teorías y experimentaciones, restringe su construcción dentro de ciertos límites, dando lugar a lo que se tiene por “obvio” o “inaceptable” al investigar en cada época. Pero el proceso de construcción, con la reformulación de los problemas, la creación de hipótesis y teorías, o los actos de validación, mantienen su propia densidad epistémica.

### ALGUNAS CONSECUENCIAS PARA LA ENSEÑANZA

El enfoque “semiótico” ha centrado el aprendizaje de la ciencia en la práctica social de la traducción de los discursos, las controversias o la búsqueda del consenso. Su interés radica en situar la comprensión de la ciencia en las relaciones negociadas y “tutoreadas” por el docente, entre el discurso del alumno y el propio de las disciplinas. Los análisis de la organización argumentativa y de los rasgos retóricos del discurso escolar sobre temas científicos han puesto en evidencia los aspectos contextuales relevantes de su enseñanza (Lemke, 1997; Candel, 1991; 1997).

Sin embargo, ciertas orientaciones derivadas de su concepción del proceso de aprendizaje y de la epistemología “constructivista social” deben ser cuestionadas.

Se supone que los objetos de conocimiento son examinados únicamente respecto de la construcción social que los hace significativos. Por ello, cualquier acto con sentido en el aprendizaje de la ciencia debe, en última instancia, alcan-

zar el dominio de una forma especializada de utilizar un lenguaje social.

En este sentido, aun en los casos donde las experiencias escolares tienen que ver con el tratamiento de situaciones experimentales, la perspectiva "semiótica" da excesiva prioridad a la deliberación respecto a las evidencias empíricas en laboratorio. De este modo reducen la importancia de las relaciones entre el alumno y el material empírico o el significado cognoscitivo de su interacción con los objetos. Para Lemke, "las mejores notas bajo las cuales juzgamos el aprovechamiento científico, no requieren de esas otras habilidades no verbales (solucionar problemas, dirigir la investigación y la toma de decisiones) para ningún nivel superior" (1997, p. 166). Es decir, al subestimar las habilidades no discursivas, se está suponiendo que en la ciencia, y en consecuencia en su enseñanza, tienen poca importancia los problemas metodológicos del quehacer científico.

El profesor se ocupa con mayor frecuencia de la negociación y la persuasión de los estudiantes, y en mucho menor grado de dirigirles cuestiones orientadas a la evaluación de sus saberes o la referencia a situaciones del mundo empírico. Por ejemplo, pocas veces pregunta "¿Por qué crees tener razón?" o "¿Cómo harías para probarlo?". En este sentido, mediante el análisis del discurso que ocurre en el aula no siempre se transparenta el aprendizaje logrado por los estudiantes, y el problema se acentúa en la medida en que son realmente una minoría quienes suelen hablar públicamente durante la clase. La misma estrategia de diálogo triádico que se ha mencionado anteriormente impone restricciones importantes en el

sentido de que las respuestas que da el alumno a las preguntas del profesor pueden ser sólo un "eco" del propio discurso docente.

Vinculado a lo anterior, desestimar la importancia de los problemas de la validación de los conocimientos, el énfasis excluyente en la interacción discursiva, así como la escasa participación activa de los alumnos en la resolución de problemas empíricos, son consecuencia del constructivismo social y de su rechazo a cualquier forma de realismo epistemológico y su subestimación de la presencia de las normas de producción y evaluación en la ciencia.

Limitar la actividad de un alumno a aprender un "modo de hablar" y la del docente a persuadirle que adopte la lengua científica depende, a la vez, de la tesis eliminativa de los procesos cognoscitivos.

Por el contrario, provocar el análisis y la resolución de problemas empíricos y conceptuales por parte de los alumnos puede contribuir a la reorganización de sus hipótesis de "sentido común" en dirección al saber disciplinario. Para acceder a los interrogantes que las ciencias propusieron históricamente a sus objetos, deben asimilar los conceptos del saber a enseñar, a su sistema de ideas, reorganizando sus propios interrogantes, hipótesis y argumentos ante situaciones problemáticas. Pero ello no implica una recepción "pasiva" de la realidad ni que "descubran" por su sola cuenta las leyes de la naturaleza.

Para estas actividades son imprescindibles las deliberaciones e intercambios argumentativos entre alumnos y con el docente, las que favorecen la conciencia de las dificultades y las propias resoluciones. Incluso, es importante la inter-

vención de ciertos marcos epistémicos en la formación de las ideas previas de los alumnos y en su reorganización en la enseñanza, es decir, las concepciones sociales del mundo natural y social que orientan sin determinar aquellos procesos de interacción con los objetos.

Por tanto, se puede promover la resolución de los problemas de experimentación y de validación de los saberes bajo la dirección de los profesores, sin suscribir la eliminación de los procesos cognoscitivos.

Por último, el relativismo que concibe las diferencias del saber científico y otros saberes únicamente en términos de reglas discursivas contextuales, tiene consecuencias educativas.

Hemos visto que todas las variantes del contextualismo han cuestionado el objetivo de reemplazar simplemente los conocimientos previos por las ideas científicas y en un único proceso de reorganización que debía seguir al cambio en la ciencia. Por ejemplo, se ha constatado que los saberes previos perduran en los alumnos a pesar de los intentos de modificación, incluso cuando el aprendizaje científico ha sido exitoso. Más aún, no sería deseable eliminarlos a causa de su carácter cultural y su función pragmática en relación con ciertas necesidades de la vida social (Pozo, 1998).

Sin embargo, la perspectiva "semiótica" no se limita a situar el cambio conceptual en sus condiciones específicas; prácticamente lo hace desaparecer. Una cosa es afirmar que dicho proceso no condena ni suprime al saber cotidiano, que éste produce significados ineliminables para la vida de los individuos, fuera del ámbito académico. Y otra muy distinta es decir que no hay modo de

averiguar si es "superado" por el conocimiento científico. Es decir, se niega el pasaje de conocimientos de "menor a mayor nivel de validez" porque solamente tenemos un cambio de forma de discurso, entre sí incomparables.

Incluso algunas buenas intenciones de los autores se pueden convertir en lo contrario. La pretensión de reconocer el valor de diferentes contextos discursivos (entre ellos el cotidiano), así como de la comunidad que los produce y que usualmente son subestimados en la escuela con relación al discurso científico, puede distorsionarse en el sentido de producir en los alumnos una confusión entre ellos o la creencia de que da lo mismo asumir indistintamente uno u otro. Esto, a su vez, podría traducirse en un desconocimiento del valor epistémico específico de cada contexto discursivo y en la pérdida de identidad del conocimiento científico como tal.

Nuevamente, debemos oponer otra perspectiva: allí donde se produce la actividad cognoscitiva de los alumnos tendientes a revisar sus creencias y teorías implícitas, no importa cuán difícil y laborioso es tal proceso, puede haber un pasaje de un nivel a otro de conocimiento. Sigue siendo legítimo entonces hablar, con alguna libertad, de "ruptura" epistemológica con ciertas hipótesis o creencias del saber común, que es inseparable de una ruptura ideológica, en dirección al saber disciplinario. Los alumnos pueden acceder a un modo de plantear los problemas, de dar argumentos conceptuales y de buscar evidencia empírica claramente "más avanzados" que su saber cotidiano.

Dicha ruptura se debe cumplir sólo respecto de los saberes y creencias pre-

vias que se oponen a su propia revisión intelectual, no para todas; tampoco es exigible que sea una reorganización súbita, puede ser progresiva, como parecen mostrarlo diversos estudios. Pero en todo caso, para que los alumnos comprendan las teorías científicas y sus modos de investigar o aprendan a resolver algunos de sus problemas “ejemplares”, deben superar críticamente aquellas creencias de sentido común. Esta exigencia no se contradice con el hecho de que las ideas cotidianas como la “teoría” física del movimiento “violento” o la naturalización de la sociedad, retornen durante el conocimiento aca-

démico o perduren en la vida cotidiana. El proceso de cambio conceptual no da lugar a resultados definitivos para los estudiantes ni tiene porqué evitar la vigencia de otros conocimientos, en otras condiciones de vida.

En definitiva, el cambio conceptual sólo se produce en cierto contexto, con determinadas construcciones cognoscitivas, bajo ciertas condiciones didácticas aquí no examinadas y de reglas discursivas, perdiendo vigencia sus producciones para otras situaciones. Pero ello no justifica al contextualismo como una forma de relativismo para la enseñanza de la ciencia.

#### REFERENCIAS

- ARENAS, L.; J. Muñoz y A. J. Perona (1997), “Presentación”, en L. Arenas, J. Muñoz y A. J. Perona (eds.), *El desafío del relativismo*, Madrid, Trotta.
- BASHKAR, R. (1978), *A Realist Theory of Science*, Sussex, The Harvester Press.
- BLOOR, D. (1998), *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa, trad. de (1976) *Knowledge and social imager*, London, Routledge & Kegan Paul.
- (1982), “Durkheim and Mauss revisited: Classification and the sociology of knowledge”, en *Studies in history and philosophy of science*, núm. 13, pp. 267-297.
- CANDELA, A. (1991), “Argumentación y conocimiento científico escolar”, en *Infancia y aprendizaje*, núm. 55, pp. 13-28.
- (1997), “El discurso argumentativo de la ciencia en el aula”, en *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências (Anais)*, Belo Horizonte, Facultad de Educação da UFMG.
- CARAVITA, S. y O. Hallden (1994), “Re-framing and modelling the processes of conceptual change”, en *Learning and instruction*, núm. 4 (1), pp. 89-111.
- CARRETERO, M. (1996), “Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias?”, en *Construir y enseñar. Las ciencias experimentales*, Buenos Aires, Aiqué.
- CASTORINA, J. A. (1995), “Problemas epistemológicos en las teorías del cambio conceptual”, en *Revista de Investigación y Ciencia*, Buenos Aires, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de La Plata, pp. 105-124.
- CHALMERS, A. (1992), *La ciencia y cómo se elabora*, Madrid, Siglo XXI, trad. de (1990) *Science and its fabrication*, Milton Keynes, Open University Press.
- DRIVER, R. et al. (1994), “Constructing scientific knowledge in the classroom”, en *Educational Researcher*, núm. 23, pp. 5-12.
- EDWARDS, D. y N. Mercer (1988), *El conocimiento compartido*, Buenos Aires, Paidós.
- GARCÍA, R. (1999), “Epistemología: raíz y sentido de la obra de Piaget”, en *Desarrollos en psicología genética*, Buenos Aires, EUDEBA.
- EDWARDS, D. (1997), *Discourse and cognition*, Londres, Sage.
- LATOUR, B. y S. Woolgar (1986), *Laboratory life: the construction of scientific facts*, Princeton, Princeton University Press.
- LAUDAN, L. (1993), *La ciencia y el relativismo*, Madrid, Alianza, trad. de (1990) *Science and relativism. Some key controversies in the philosophy of science*, Chicago, Chicago University Press.
- (1996), *Beyond positivism and relativism*, Boulder, Westview Press.
- LEMKE, J. L. (1997), *Aprender a hablar ciencia*, Barcelona, Paidós, trad. de (1993) *Talking science: language, learning and values*, Norwood, Albex Publishing Corporation.
- LENZI, A. (1998), “Psicología y didáctica: ¿relaciones ‘peligrosas’ o interacción productiva?”, en Mario Carretero, J. A. Castorina y Ricardo Baquero (comps.), *Debate constructivista*, Buenos Aires, Aiqué.
- LENZI, A. y J. A. Castorina (1998), “Hacia un modelo conceptual para los conocimientos sociales”, en *Anuario de Investigaciones*, núm. 6, Buenos Aires, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires.
- MERCER, N. (1995), *The guided construction of knowledge: talk amongst teachers and learners*, Clarendon, Multilingual Matters.
- (1997), “Language, education and the guided construction of knowledge”, en *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em En-*

- sino de Ciências, Belo Horizonte, Facultad de Educação da UFMG.
- MORTIMER, F.E. y A. H. Machado (1997): "Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: por que o gelo flutua na água?", en *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em ensino de Ciências (Anais)*, Belo Horizonte, Facultad de Educação da UFMG.
- OSBORNE, J.F. (1996), "Beyond constructivism", en *Science Education*, núm. 80 (1), 53-82.
- PIAGET, J. (1967), "Les courants de l'épistémologie contemporaine", en *Logique et connaissance scientifique*, París, La Pleyade.
- PIAGET, J. y R. García (1982), *Psicogénesis e historia de la ciencia*, México, Siglo XXI, trad. de (1983) *Psychogenèse et histoire des sciences*, París, Flammarion.
- POZO, I. (1998), *Aprender y enseñar ciencia*, Madrid, Morata.
- PUTNAM, H. (1975), *Mind, language and reality*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (1997), *Cómo renovar la filosofía*, Madrid, Cátedra, trad. de (1994) *Renewing philosophy*, Harvard University Press.
- RORTY, R. (1979), *Philosophy and the mirror of nature*, Princeton, Princeton University Press.
- (1996), *Objetividad, relativismo y verdad*, Barcelona, Paidós, trad. de (1991) *Objectivity, relativism and truth. Philosophical papers*, vol. I, Cambridge, Cambridge University Press.
- STRIKE, K. y G. Posner (1993), "A revisionist theory of conceptual change", en R. Duschl y D. Hamilton (eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology and education. Theory and practice*, Nueva York, State University of New York Press.
- TORRES Albero, A. (1997), "El relativismo en las sociologías del conocimiento científico", en L. Arenas, J. Muñoz y A. Perona (eds.), *El desafío del relativismo*, Madrid, Trotta.
- WOOLF, E.S. y M. Ashmore (1998), "The next step: an introduction to the reflexive project", en S. Woolgar (ed.), *Knowledge and reflexivity. New frontiers in the sociology of knowledge*, Londres, Sage.