

SIMILITUDES ENTRE LA PSICOGENESIS DEL CONOCIMIENTO EN EL SUJETO Y LA HISTORIOGRAFIA DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO: IMPLICACIONES PEDAGOGICAS

*por ANGELA BARRON RUIZ
Universidad de Salamanca*

Introducción

Con ánimo de contribuir a racionalizar la intervención pedagógica, consideramos que analizar la génesis del saber científico, y apreciar las similitudes con los procesos psicológicos por los que el alumno construye conocimiento, puede proporcionar productivas orientaciones para la configuración y evaluación de diseños de instrucción.

Fundamentaremos nuestras reflexiones en las aportaciones de la «Psicología Cognitiva», así como de la «Epistemología Historiográfica».

Dentro de la Psicología Cognitiva integramos un amplio y diverso conjunto de planteamientos, que desde una u otra perspectiva han centrado su investigación en el modo en que el sujeto «construye» conocimiento (escuela de Piaget, psicología vygotskiana, teoría de la alternancia constructivista de Kelly, cognitivismo de Bruner, Ausubel, psicología del Procesamiento de Información...).

Dentro de la Epistemología Historiográfica incluimos aquellos epistemólogos que han reconocido la necesidad de integrar el contexto del descubrimiento en la teoría de la ciencia (Popper, Kuhn, Hanson, Toulmin, Lakatos, Feyerabend, Laudan, H. A. Simon...); enfrentándose a los enfoques analíticos y positivistas, únicamente centrados en el contexto de justificación [1].

1. El conocimiento como actividad conjetural, intersubjetiva y organizada

1. El conocimiento como actividad conjetural

La opción epistemológica empirista y neopositivista (Russell, primer Wittgenstein, Círculo de Viena) basaba el criterio de cientificidad en la relación lógico-matemática y en la verificabilidad de la experiencia, apoyándose en una firme creencia en la existencia de hechos puros y objetivos. De acuerdo con tal planteamiento, el circuito que recorre la actividad cognoscitiva parte de los hechos, mediante su observación, y tras una secuencia inductiva de elaboración de generalizaciones, vuelve a ellos mediante la verificación.

Popper (1977, 1983...) desveló la falsedad de tales tesis empiristas. Estableció que de un enunciado singular nunca puede justificarse la certeza de un enunciado general (inductivismo positivista), sino todo lo más su negación.

Por otro lado negó la objetividad de los enunciados observacionales, ya que éstos sólo adquieren calidad ontológica acerca de la realidad, dentro del mundo simbólico de los contenidos epistémicos de que dispone el sujeto en el momento de construir su enunciado; tales contenidos previos pueden contener tal cúmulo de dependencias sensoriales, atribuciones arbitrarias, supersticiones, imágenes mentales inadecuadas, que la patencia sensorial no haga más que afincar en el error. Un ejemplo clásico es el del soporte sensorial para la «evidencia» de que a lo largo de la noche se mueven las estrellas, y durante el día se mueve el sol.

Incluso la valoración que el animal hace del medio, argumenta Popper, variará según sus necesidades: un animal hambriento dividirá su entorno en cosas «comestibles» y «no comestibles», mientras que cuando se encuentre en fuga lo dividirá en «camino para escapar» y «lugares para esconderse». De igual manera, son muchos los autores que creen que algunas categorías mentales y conceptos se construyen por la incidencia directa de estados emocionales. Por ejemplo, los objetos y los espacios del miedo en los niños.

El hombre entiende y se relaciona con los objetos en función de las conjeturas teóricas de su equipamiento intelectual; pudiendo afirmarse que nace con expectativas «a priori», anteriores a toda experiencia observacional. Con ello, aclara Popper, no está defendiendo la tesis cartesiana de las ideas innatas; se trata de «reacciones o respuestas innatas» a las que considera «expectativas», aunque no sean conscientes, ni válidas «a priori»: cuando un niño nace, su comportamiento se encuentra guiado por la expectativa de ser alimentado, lo cual no excluye la posibilidad de que el niño pueda ser abandonado y morir de hambre. Podríamos

hablar incluso de una «expectativa básica» fundada en el criterio de que cada especie animal posee su propio y característico espectro sensorial: en la estructura de sus receptores sensoriales se encuentra inscrito un espectro de la realidad a la que tendrá acceso.

Es la estrecha relación existente entre expectativas y conocimiento lo que conduce a Popper a hablar de la existencia de un «conocimiento innato» de naturaleza conjetural. Ante la pregunta ¿qué es primero, la hipótesis o la observación? la respuesta que plantea es «un tipo más primitivo de hipótesis» que nos hace remitir en último término a la existencia de «expectativas inconscientes, innatas» encargadas de guiar el comportamiento del organismo. En este sentido afirma: «nacemos con expectativas, con un conocimiento que, aunque no es válido «a priori», es psicológica o genéticamente «a priori», es decir, anterior a toda experiencia observacional». De acuerdo con tal planteamiento, todo dato empírico se encuentra configurado por expectativas teóricas previas y es por ello que adquiere un carácter conjetural o hipotético [2].

La fundamentación de la existencia de enunciados epistémicos previos (expectativas, hipótesis, conjeturas...), como elementos configuradores de los enunciados observacionales, reconceptualiza la imagen de la ciencia y del conocimiento como una actividad conjetural que inicia su proceso cognoscitivo, no en la observación objetiva, sino en la anticipación-comprobación de expectativas y el planteamiento de problemas.

La epistemología potspositivista e historiográfica (Popper, Kuhn, Hanson, Toulmin, Lakatos, Laudan, H. A. Simon...) dará al traste con la creencia empirista en que los hechos nunca mienten, pasando a fundamentar que la transformación de datos en hechos depende enteramente de supuestos teóricos de las personas que han de manipularlos. Thorpe decía que hasta para ser buen observador se necesita ser teóricamente activo.

Sin un complicado sistema de mediaciones instrumentales, intelectuales y lógicas muchos hechos no adquieren su condición de percibidos; si no se conoce el psicoanálisis nadie podrá sorprenderse de ver en algún niño un «complejo de Edipo». Kuhn (1975) señala, por ejemplo, cómo el máximo de dispersión de los electrones no adquirió ningún significado la primera vez en que fue registrado, y no llegó a adquirirlo hasta que fue relacionado con una teoría configuradora de expectativas tales como que la materia en movimiento debería presentar ciertos caracteres de onda. Edward C. Pickering, director del Observatorio del Harvard College, fue el mayor coleccionista de espectros estelares y brillos aparentes del mundo; en tanto que Henry Norris Russell, a quien aquél permitió el acceso a los datos fue el que los explicó, aproximando así la física teórica a la astronomía clásica.

Asimismo, el hecho puede pasar mucho tiempo no siendo otra cosa

que un elemento necesario de un planteamiento teórico, una consecuencia lógica de una teoría: tardando mucho tiempo hasta que consigue su comprobación experimental, la cual lo mantiene, en ocasiones comprobado «indirectamente» y justificado «probablemente». El libro de S. W. Hawking: *La historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros* está plagado de ejemplos en este sentido.

Para que exista descubrimiento no basta la existencia de hechos y estados de cosas sino un sujeto que tiene capacidad de categorización de lo real, convirtiendo los hechos «en sí» en fenómenos «para sí». El dato ni es puramente dado, ni meramente elaborado.

1.1. La razón humana como *razón constituyente*

La razón humana es una razón constituyente que «recrea» «parcial y simbólicamente» la realidad. Decimos «parcialmente» porque la realidad objetiva condiciona en cierto modo la construcción simbólica a realizar. No otra cosa refleja el papel que juega el concepto de «modelo» en las teorías científicas y hasta en la concepción del mundo que conlleva el lenguaje coloquial. Muchos de esos modelos contradicen y hacen chirriar a las percepciones sensoriales. En el libro de S. W. Hawking el lector se ve enfrentado constantemente con modelos del mundo de cuatro dimensiones, conos de luz, espacios curvos sin bordes ni fronteras...

En este sentido, es un reconocimiento básico de la Psicología Cognitiva la peculiaridad «constructivista» de la actividad psíquica humana, lo que significa que el ser humano, en sus observaciones, no copia la realidad, sino que la anticipa, transforma y reconstruye en función de sus esquemas asimilativos. La inteligencia humana, al igual que la metodología científica «transforma» los datos en sistemas organizados de representaciones simbólicas, modelos o cosmovisiones del mundo.

Destaca en este sentido la fundamentación realizada por Piaget acerca de la naturaleza «operatoria» de la inteligencia, de carácter «autoestructurante» y «transformador», gracias a la cual el sujeto construye «subjetivamente» el objeto de conocimiento en base a la coordinación de las acciones «adaptativas» ejercidas sobre el mismo (Piaget, 1978, 1979, 1981...).

Dentro de la psicología americana hay que reseñar la teoría de la «alternancia constructivista» de Kelly como un claro antecedente del constructivismo americano posterior. En clara contraposición al conductismo y la teoría del aprendizaje social de su época, Kelly consideró que la conducta no se aprende por «observación y retención» sino por «construcción y experimentación», en función de los «constructos» personales del sujeto. Estos constructos, a diferencia de las «cogniciones conceptuales» incluyen componentes, no sólo cognitivos, sino también

emocionales y conductuales, debiendo ser interpretados más bien como «planes de acción» para el control de la realidad, en continuo proceso de reconstrucción (Kelly, 1955; Pope y Keen, 1981...).

Lo que estamos planteando implica, pedagógicamente hablando, la necesidad de superar las estrategias instructivas que confían en el esquema causalista de la transmisión «osmótica» de la información, debido por un lado a la epistemología ingenua en que se apoyan, y por otro a los infructuosos resultados que ha producido. El alumno no podrá reproducir textualmente la información a no ser que nos empeñemos en que «no aprenda», o dicho en otros términos, en que reproduzca en una recitación «prendida», «no comprendida», aquellos contenidos «arbitrariamente añadidos» o «no significativamente incluidos» (Ausubel, 1983) en su organización cognitiva.

De acuerdo con D. P. Ausubel, para fomentar el aprendizaje significativo ha de atenderse a dos condiciones básicas: potenciar en el sujeto una actitud positiva para aprender significativamente, y utilizar un material potencialmente significativo. La significatividad potencial del material estará en función de su *significación lógica*, así como de su *significación psicológica*, refiriéndose con esta última a la existencia en la estructura cognoscitiva del sujeto de redes designificados donde vincular sustancialmente la nueva información recibida. De tal manera que la asimilación significativa de la información no es un proceso de *absorción pasiva*, sino un activo proceso de relación, diferenciación e integración de la nueva información con aspectos relevantes y preexistentes de la estructura cognoscitiva. El resultado de todo ello es la *construcción* de nuevos significados derivados de la modificación de la información recién adquirida, así como de la preexistente.

Estos nuevos significados quedan integrados en una estructura cognoscitiva organizada, disponibles para su recuperación posterior, por *reconstrucción*, así como para vincular nuevos materiales: facilitando con ello, no sólo el recuerdo, sino también la construcción de nuevos significados posteriores.

El mismo proceso de *comprensión* que subyace al aprendizaje significativo puede ser entendido como un activo proceso de *comprobación de expectativas*. El sujeto se enfrenta a cada nueva entrada de información con un conjunto de conocimientos ya poseídos, de los cuales genera una especie de *anticipación* (expectativas, hipótesis) que irá contrastando con la información sucesiva hasta llegar a configurar significados consistentes.

Un alumno aprende cuando transforma la información recibida para reconstruirla; autoestructurando la integración entre sus conocimientos previos y los nuevos, tanto a nivel de saber «declarativo» como «procesual». Dicho de otro modo, el conocimiento sólo existe en la

medida en que es construido por el sujeto a través de un proceso activo de «anticipación» y «contrastación»; resultando no una copia, sino una reconstrucción de la realidad.

El hecho de que incluso en el aprendizaje universitario los estudiantes tiendan a reproducir textualmente, en sus trabajos y exámenes, la información que «copian» de los textos o apuntes, es un índice significativo de una orientación pedagógica inadecuada, que ha premiado la reproducción textual de la información, en lugar de su reconstrucción asimilativa.

Adecuar la intervención del enseñante a la epistemología actual implica una reorientación de la secuenciación instructiva que obliga a superar el sencillo esquema «transmisión-recepción», por una «enseñanza constructivista» que integre, al menos, cuatro principios actuationales básicos:

1. Principio de motivación: dirigido a activar la actividad cognitiva del alumno, y orientar la direccionalidad de su acción.

2. Principio de expresión: dirigido a favorecer la expresión de las ideas que poseen los alumnos acerca del objeto de estudio, para intervenir en adecuación a ello.

3. Principio de asimilación: orientado a potenciar que el alumno «autorregule» y «compruebe» la validez de sus expectativas, y llegue a integrar organizada y sustancialmente la nueva información en su estructuración cognitiva, acrecentando sus esquemas asimilativos, bien por simple «adición, sintonía o reestructuración» (Rumelhart y Norman, 1981).

4. Principio de aplicación: orientado a consolidar el aprendizaje realizado, mediante su transferencia a nuevas situaciones (Driver y Bell, 1986; Giordan y Vecchi, 1988; Manicas y Secord, 1983; Moreno, 1986; Novak, 1986; Porlán et al., 1988...).

2. *Intersubjetividad del conocimiento*

Todo objeto o acontecimiento puede adquirir una variada gama de explicaciones e interpretaciones, dependientes de los puntos de vista teóricos desde los que son observados; lo cual no ha constituido, sin embargo, un infranqueable impedimento para la existencia de una observación intersubjetivamente compartida, que ha hecho posible la configuración de cuerpos coherentes de conocimiento científico.

Este último hecho se explica por la existencia de lo que Kuhn ha denominado «paradigmas». Entendidos en sentido amplio, como patrones de investigación compartidos por una comunidad científica, los paradigmas delimitan los problemas, leyes, métodos, teorías, ámbitos de aplicación e instrumentación... y explican la existencia de observaciones

y perspectivas teóricas e investigadoras intersubjetivamente compartidas [3].

En el mismo sentido pueden ser interpretados los «programas de investigación» que Lakatos propone como unidad básica de estimación en teoría de la ciencia. Tales programas incluyen un conglomerado de ideas, principios, teorías, normas..., en el que cabe distinguir:

a) Un «centro firme», convencionalmente aceptado y provisionalmente irrefutable, que suministra los principios desde los que adquieren sentido las teorías del programa y las diversas estrategias de investigación.

b) Una «heurística positiva» que defina problemas, esboce... un cinturón de hipótesis auxiliares, prevea anomalías y las transforme en ejemplos victoriosos».

c) Y finalmente un conjunto de teorías que resultan de añadir cláusulas auxiliares a la teoría previa, constituyendo en sí las aplicaciones específicas del programa de investigación general [4].

Para Lakatos es «principalmente la heurística positiva de su programa, no las anomalías, lo que determina la elección de sus problemas». Gran parte del trabajo de los científicos está orientado por dicha heurística positiva, hacia la consecución de ejemplos corroboradores de la teoría y no de instancias refutadoras (en contraposición con lo que plantea Popper).

Reseñamos, a este respecto, el deficiente tratamiento que desde la Psicología Cognitiva, sobre todo desde la piagetiana, ha recibido el estudio de la actividad cognoscitiva desde su conformación sociocognitiva.

Aún reconociendo su naturaleza social, ha solido enmarcarse el estudio en la relación formal e individual del sujeto epistémico con el objeto; configurándose una imagen «acromática» del sujeto cognitivo (Rivière, 1987, 87; Seoane, 1985, 388...), que ha socavado la propia objetividad del conocimiento. Como expresa Peters: «La objetividad de un concepto se conecta con la necesidad de que éste sea intersubjetivo, interpersonal, como el conocimiento (...). Es importante observar que, en gran parte, nociones como las de conocimiento y concepto son sociales, y que también en gran medida la objetividad depende de que lo sean. Por la misma razón, no es posible pensar en la educación ni el aprendizaje sino desde un punto de vista social» (Peters, 1969, 70).

La psicología vygotskiana y dialéctica, así como la epistemología hermenéutica [5], insistirán en el reconocimiento de los aspectos «socio-comunicacionales» como conformadores tanto de la naturaleza del sujeto, como de los objetos, así como del propio proceso de apropiación del conocimiento.

Tal reconocimiento está sirviendo para enriquecer el modelo bino-

mial S-O (Sujeto-Objeto) con una perspectiva temaria Suj.-Obj.-Suj., dando lugar a un *modelo sociocognitivo* de la actividad cognoscitiva, que la reconceptualizada sobre el soporte «real» de las relaciones intersubjetivas (Bruner, 1987; Forgas, 1981; Forman y Cazden, 1984; García Carrasco, 1987; Johnson, 1981; Mugny y Doise, 1983; Perret-Clemon, 1984; Vygotsky, 1984; Wertsch, 1988...).

De ello se deriva, pedagógicamente hablando, que el correcto entendimiento del aprendizaje requiere la consideración integrada de dos grandes tipos de relaciones constituyentes:

— Relaciones «inter-objetivas»: del sujeto con los objetos de conocimiento.

— Relaciones «inter-subjetivas» de comunicación social, donde se sustentan y apoyan las primeras.

Lo que implica la necesidad de conocer y favorecer las grandes posibilidades educativas de la dimensión socio-grupal, así como transformar la actividad del educador, que de ser «magister» pasa a convertirse en guía-conductor de la dinámica colectiva de la clase. Para lo cual se requiere una formación psico-sociológica, además de didáctica, investigadora y organizativa.

3. Organización del conocimiento

Las estructuras que componen el equipamiento intelectual del sujeto representan, en terminología vygostkiana, «apropiaciones intraindividuales» de esquemas operativos socioculturales, interiorizados de acuerdo a lógicas peculiares de organización, y gracias a procesos de comunicación «interindividual» (Vygotsky, 1984).

Tales estructuras se hallan organizadas según leyes determinadas, que no sólo mantienen una cohesión global del sistema intelectual, sino que también condicionan el proceso de cambio y evolución.

Estableciendo similitudes entre la organización del conocimiento científico y el individual podemos decir que en las «generalizaciones simbólicas», «modelos categoriales», «valores» de Kuhn, así como en el «centro firme», y «conjuntos de teorías» de Lakatos podemos encontrar cierta semejanza con el «sistema cognitivo organizador y estructurante» con el que el sujeto, de acuerdo con Piaget, comprende la realidad.

Por su parte, en los «modelos o ejemplares de resolución» kuhniana y en la «heurística positiva» de Lakatos existe cierto paralelismo con los esquemas operatorios y procedimentales integrantes del «sistema heurístico» por el que el sujeto elabora y aplica las estrategias de resolución de problemas.

Ambos sistemas cognitivos, tanto el de una comunidad científica como el del sujeto epistémico, configuran estructuras de organización

de la realidad, coherentemente organizadas entre sí de acuerdo a lógicas peculiares, sea cual sea el nivel de desarrollo en que se encuentren.

A partir de la segunda mitad de la década de los 70 se inició una corriente de investigación dirigida al conocimiento de la naturaleza y características del pensamiento con que los alumnos se introducen en las aulas.

Un hallazgo importante ha sido comprobar cómo algunas de tales ideas, fuertemente respaldadas por experiencias perceptuales y creencias culturales cotidianas, reflejan un grado de organización y permanencia que hace infructuosos los intentos instructivos por modificarlas.

Investigaciones sobre «errores conceptuales», «marcos alternativos», «preconcepciones»... representan una línea de trabajo productiva y actual sobre el modo en que los alumnos estructuran sus concepciones cognitivas, y la forma de favorecer la producción de cambios que posibiliten aprehender la realidad de modo más correcto (Carey, 1985; Casavola, 1983; Driver, 1986; Giordan, 1985; Serrano Gisbert, 1987...).

En el proceso cognoscitivo, tanto el científico como el individuo, transforman y reconstruyen los datos en función de sus propios sistemas cognitivos, organizados de acuerdo a una peculiar lógica y coherencia interna.

Las diferencias entre ambos derivan de la diferente composición de sus «paradigmas», los cuales se rigen por sistemas lógicos, motivacionales, actuacionales y comprensivos que no son los mismos. En este sentido sintetiza M. de Vega: «Aparte de ciertas peculiaridades motivacionales y de personalidad (persistencia en la resolución de problemas a largo plazo, curiosidad, etc.) el científico posee, en efecto, una ventaja de tipo educativo: se beneficia de un entrenamiento intensivo en las destrezas propias del método científico» [6].

Del mismo modo, en ambos casos el conocimiento adquirido no es el resultado de un registro pasivo y fiel de lo empíricamente dado. Los datos no están dados, sino que de alguna manera hay que hacerlos mediante juicios teóricos que les otorguen tal entidad.

Para la actuación pedagógica se pueden derivar dos orientaciones básicas:

1. La máxima ausubeliana: «el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe! Averígüese esto, y enséñese consecuentemente» (Ausubel et al., 1983, 1). Como plantea Popper: «El avance del conocimiento no puede partir de la nada —de una tabula rasa— ni tampoco de la observación. ... consiste, principalmente, en la modificación del conocimiento anterior» (Popper, 1983, 52).

2. La consecución de aprendizajes significativos requiere, por parte del sujeto, «autorregular» los procesos de «adaptación cognitiva». Auto-

rregulación que se halla consustancialmente vinculada a una mediación social.

Esta actividad «autorreguladora» por la que el sujeto construye su conocimiento es de naturaleza «funcional» (responde a un interés) y «estructurante» (organizada y organizadora en función de estructuras asimilativas). A través de ella el sujeto decide la consecución de un objetivo (asimilar una información, resolver un problema...), y aplicando sus sistemas cognitivos (comprensivo y heurístico) va contrastando y reformulando sus expectativas [7].

Con la aplicación de tal actividad, el sujeto transforma la realidad y construye esquemas epistémicos propios, derivados de la apropiación *intrasubjetiva* de un saber *intersubjetivo sociocultural*. Este proceso puede implicar cambios de muy diversa naturaleza (conceptual, metodológica, actitudinal...) en el sistema cognoscitivo del sujeto.

La rapidez con que los alumnos olvidan gran parte de los contenidos escolares, así como la facilidad con que los deforman, puede ser interpretada como la consecuencia lógica de una memorización por simple repetición literal, sin atender al significado y organización del conocimiento.

Lo que diferencia la memoria mecánica de la memoria comprensiva es que en la primera hay una absorción pasiva y literal de la información a través de la repetición, mientras que en la segunda el sujeto integra de manera organizada los nuevos significados en su estructura cognoscitiva. Cuando se memoriza por simple repetición literal, aparte de no poder memorizar mucha información, ésta sólo puede ser retenida por períodos breves (a menos que se dé sobreaprendizaje), y resulta fácilmente vulnerable a la interferencia de materiales semejantes.

En este sentido, la dificultad en la recuperación de la información parece proceder de una deficiente organización del conocimiento en la estructuración cognitiva, lo cual entorpece su reconstrucción (recuerdo), así como su transferencia. Los procesos de organización, basados en el significado de la información, constituyen una condición del recuerdo (Baddeley, 1983; Cofer, 1979; Norman, 1985...).

Atender a la naturaleza organizada del conocimiento supone, pedagógicamente hablando, atender por un lado a la organización lógica de los contenidos educativos, y por otro a la disponibilidad en los alumnos de organizadores previos, capaces de estructurar los contenidos escolares. En otros términos podría expresarse como atender a la organización lógica de contenidos que sean significativos y funcionales para el alumno, con el fin de potenciar la autoorganización que conlleva la asimilación significativa.

II. Relevancia epistémica del «error» y del «problema»

Tanto la psicogénesis del conocimiento como la historiografía del descubrimiento científico demuestran la productividad cognoscitiva del error. En el contexto escolar los errores suelen ser el calvario de los que aprenden, y el gazapo que mejor cazan y penalizan los profesores, desaprovechándolo para el beneficio del proceso instructivo.

Si bien la historia de la ciencia puede caracterizarse por la aproximación progresiva a una verdad objetiva, ésta nunca podrá ser alcanzada en tanto que responde a una realidad compleja y dinámica, inapresable por las redes conceptuales que configuran el conocimiento simbólico.

En este sentido la historia de las ciencias puede ser considerada, tal como afirma Engels, como «la historia de la eliminación progresiva del error, su sustitución por un nuevo error, pero cada vez menos absurdo» (Snyders, 1976, 272).

La nueva epistemología, así como la psicología cognitiva, han reconceptualizado la naturaleza epistémica del error, que de ser considerado el síntoma de la aplicación inadecuada del procedimiento científico pasa a adquirir el carácter de fuente del conocimiento, en tanto que configurador de problemas a resolver. Como expresara Piaget, «un error corregido puede ser más fecundo que un éxito inmediato» (Piaget, 1981, 114).

En muchas ocasiones, la observación de errores reiterados en el comportamiento del alumno ayuda a desvelar algunos aspectos de la estructuración de sus esquemas asimilativos, sin cuya superación no podrá avanzar su progreso intelectual. Los errores constituyen valiosos indicadores pedagógicos, si sabemos cómo hacerlos productivos.

Valiéndonos de la «conductividad del error» podemos hacer tomar conciencia al sujeto de las contradicciones y absurdos a que conducen sus ideas erróneas, y, posibilitando su superación, convertirlos en fuente de progreso (Casavola, 1983; Gil Pérez, 1987; Giordan, 1985; Moreno, 1986; Piaget, 1975...).

La historia de las ciencias demuestra que los «saltos cualitativos» que mayor relevancia han tenido en el progreso del conocimiento no se han producido por una acumulación de datos, sino por la toma de conciencia de la existencia de errores y contradicciones. Es precisamente la toma de conciencia del error, manifiesto en contradicciones entre lo esperado y lo acontecido, el eslabón necesario que posibilitará el acceso a la construcción y descubrimiento de nuevos conocimientos superadores de los precedentes.

Por ello el error ha de ser reconceptualizado en la situación escolar: de ser penalizado ha de ser positivamente valorado e incluso, en ocasiones, promovido productivamente como eslabón necesario que desencadena la superación de esquemas previos. Una importante implicación

pedagógica será, por tanto, la de otorgar al diseño de situaciones problemáticas y a la estimulación y superación del error la relevancia epistémica e instructiva que merecen.

El cuestionamiento de la existencia de hechos objetivos puros trajo consigo el cuestionamiento de la posibilidad de verificación de toda teoría, y la necesidad de establecer otro criterio de cientificidad que desvelaría la importancia del error y la falsación en el progreso del conocimiento; estableciendo una concepción de la ciencia como conocimiento de naturaleza hipotética y conjetural, que de tener su punto de partida en enunciados observacionales infalibles, pasa a estar basada en el descubrimiento de problemas y en la fuerza crítica de la razón.

En el ámbito de la ciencia dejan de existir teorías verdaderas, y lo único que pasa a adquirir la calidad de certeza es la teoría falsada.

Tanto la Psicología Cognitiva como la Epistemología Historiográfica coinciden en situar la génesis del descubrimiento cognitivo en el marco de la actividad investigadora de resolución de problemas. Como sintetiza M. Bunge el proceso creador que conduce a la construcción de teorías no va de los datos o generalizaciones empíricas a la teoría, sino que arranca del reconocimiento de problemas (Bunge, 1973, 492; Goldman, 1983; Laudan, 1977; Simon et al., 1981...).

En el mismo sentido afirma Kuhn que el proceso que subyace a todos los descubrimientos se inicia con la «percepción de la anomalía; o sea, con el reconocimiento de que en cierto modo la naturaleza ha violado las expectativas, inducidas por el paradigma, que rigen a la ciencia normal. A continuación, se produce una exploración más o menos prolongada de la zona de la anomalía» (Kuhn, en Lakatos y Musgrave, 1975, pp. 93). Pero la percepción de que algo anda mal es sólo el preludeo del descubrimiento ya que es preciso un proceso ulterior de experimentación y asimilación, que vaya ajustando las categorías y procedimientos del paradigma hasta que lo anormal se convierta progresivamente en lo esperado.

En tal proceso resolutivo las resistencias a modificar los planteamientos previos son múltiples y persistentes. Incluso la propia percepción de la anomalía ha de vencer resistencias que dificultan la percepción de algo que no se ajusta a lo esperado; ya que la influencia del paradigma existente hace que tienda a verse únicamente lo previsto, desestimando la consideración de los efectos anómalos (ídem, 109).

El problema y el error (en tanto que configurador de aquél) adquieren la relevancia de fuentes del conocimiento, y su identidad viene configurada por teorías previas que los constituyen como tales.

Estas expectativas o teorías no son dadas ni surgen de la nada; sólo pueden ser entendidas como «construcciones» elaboradas por el su-

jeto o la comunidad científica, en función de sus condicionamientos psíquicos y socioculturales.

Partiendo de la consideración de que los problemas se definen en relación con organismos o sujetos que los vivencian como tales, podemos establecer que «el sujeto S tiene un problema P» cuando se dan tres condiciones básicas, a pesar de lo que se diga en el lenguaje coloquial:

1) «S se plantea el objetivo de alcanzar una solución al problema P.»

Esta condición nos da el elemento «motivacional» así como la «direccionalidad» que delimita la región específica donde indagar. Constatación que soluciona la paradoja del Menón, en la que Platón expresaba el argumento sofista, conducente a negar la posibilidad de la investigación: «si sabes lo que estás buscando no es necesario investigar y si no lo sabes, cómo puedes reconocer lo que buscas».

De acuerdo con lo planteado, la segunda afirmación es falsa, ya que la investigación es posible gracias a la existencia de problemas en cuya configuración figura una propuesta de intencionalidad hacia un objetivo, el cual, aunque no esté bien definido, establece ciertas constricciones acerca del campo donde indagar, así como acerca de lo que puede ser considerado como solución.

En el hábito pedagógico los «problemas» lo son del libro, del profesor, pero sólo en ocasiones pasan a ser problemas para el alumno.

2) «S cree que no tiene una solución a P.» Condición que constituye el elemento cognitivo necesario, pero no suficiente, para la configuración de un problema, ya que precisa del elemento motivacional anterior como elemento consustancial.

3) «Existen cuando menos dos y, generalmente, un número mayor de cursos de acción resolutiva alternativos.» Esta condición delimita la naturaleza de un conflicto cognitivo, que emerge cuando el sujeto ha de enfrentarse a un campo de posibilidades inciertas para hacer cambiar el estado dado en el estado meta (Boume et al., 1980; Goldman, 1983; Simon et al., 1981...).

III. Desarrollo del conocimiento

El descubrimiento científico, tanto en la ciencia como en el conocimiento ordinario, no se explica por la presentación-observación-copia de nuevos datos sino por la reconstrucción simbólica de los mismos en función de respuestas de investigación a problemas planteados; los cuales en la mayoría de las ocasiones no son configurados para refutar los paradigmas vigentes (como señalara Propper) sino, como han recal-

cado Kuhn y Lakatos, para consolidar los programas de investigación establecidos [8].

En el proceso de consolidación y diferenciación del programa existen muchos tipos de problemas a resolver, y en algunas ocasiones se acumulan problemas insolubles que cuestionan la validez del paradigma.

Los análisis historiográficos han planteado la necesidad de considerar el desarrollo científico, no como una acumulación de nuevas observaciones y teorías, sino como un proceso en el que acontecen «crisis» y «revoluciones paradigmáticas» por las que se reconstruyen (no se acumulan), modelos de exploración, interpretación e investigación del objeto de estudio.

Mediante períodos de estabilidad o «ciencia normal» y períodos de crisis o «ciencia extraordinaria» Kuhn explica la historia de la ciencia «como una sucesión de períodos de tradición eslabonados, puntualizados por rupturas no acumulativas» (Kuhn, 1975, 317).

Al igual que en la evolución biológica existen saltos cualitativos, también en el avance del conocimiento tienen lugar «rupturas no acumulativas» de las que emergen nuevas especies paradigmáticas.

Tanto Kuhn como Piaget coinciden en interpretar la evolución del conocimiento como una sucesión de estadios de equilibrio (ciencia normal), desequilibrio (crisis) y reequilibraciones (ciencia extraordinaria).

En los períodos de estabilidad la comunidad científica, al igual que el sujeto epistémico, dedica su investigación a la extensión, especificación y articulación del paradigma. Como consecuencia de tal proceso de articulación van apareciendo problemas y anomalías cuya solución no se integra dentro del paradigma vigente. La percepción de un evento que viola las expectativas desencadena una exploración más o menos prolongada del contexto de la anomalía, intentando ajustar la teoría de forma que lo anómalo se convierta en esperado.

Puede ser que en un principio, el reajuste del paradigma sirva para resolver la anomalía presentada, pero puede derivarse un resurgir de problemas hasta que un número suficiente de anomalías provoca un período de «crisis», que se inicia con la confusión y el cuestionamiento de las reglas vigentes.

Cuando los científicos se enfrentan a períodos de crisis, la naturaleza de su comportamiento investigador cambia con respecto a la investigación ordinaria. Como Kuhn destaca, entre sus reacciones, aparte de la tenacidad y perseverancia en mantener las teorías globales previas, aparecen síntomas tales como la «proliferación de articulaciones en competencia, la disposición para ensayarlo todo, la expresión del descontento explícito, el recurso a la filosofía y el debate sobre los fundamentos...» (Kuhn, 1975, 148).

Los períodos de «ciencia extraordinaria» son momentos de transformación de los marcos de referencia establecidos, en los que se manifiestan fuertes resistencias y una marcada tendencia a la reproducción del antiguo paradigma. A pesar de todo se va produciendo una búsqueda y configuración de nuevos sistemas interpretativos, que surgen sobre la base de reestructuraciones del paradigma anterior, y capacitan al sujeto a la comunidad científica para apreciar significados diferentes a los anteriormente apreciados ante un mismo objeto de conocimiento.

El ciclo del desarrollo se completa con un período posterior de ciencia normal como consecuencia natural del deseo de confirmar la viabilidad del nuevo paradigma.

Tal cambio de paradigmas no es un proceso acumulativo al que se llegue por ampliación de los planteamientos precedentes, sino que se trata de una reconstrucción que supone cambios en algunas de las generalizaciones teóricas más básicas, así como también de los métodos y aplicaciones (Kuhn, 1975, 139); si bien las nuevas teorías no surgen de la nada, sino que se apoyan en reformulaciones de las anteriores.

Este proceso por el que se construye un nuevo paradigma, que emerge del anterior pero se contrapone a él, no se resuelve, de acuerdo con Kuhn, en virtud únicamente de procedimientos de interpretación racional, sino que acontecen procesos intuitivos de «reorientación gestáltica» derivados de acontecimientos relativamente inesperados e imprevistos.

Un nuevo sistema cognitivo y/o paradigma constituye en sí un nuevo proyecto de exploración e interpretación de la realidad, que se origina como resultado de una fuerte confrontación entre la inercia por mantener los planteamientos anteriores y la necesidad de construir otros novedosos; y cuya consolidación responde a un proceso largo y complejo de vencer resistencias y demostrar utilidad en la resolución de problemas.

Este proceso no es de naturaleza únicamente cognoscitiva sino que requiere asimismo la existencia de condicionamientos bastante complejos de naturaleza psíquica, sociocultural, axiológica y hasta irracional; dado que lo que está en juego no es sólo la resolución de anomalías sino también la orientación de las investigaciones futuras en torno a problemáticas que ninguno de los dos paradigmas (antiguo y nuevo) puede todavía resolver (Kuhn, 1975, 244).

La atención de estos factores psico-sociológicos ha promovido un tipo de crítica ideológica y sociológica de la ciencia que descarta la concepción ingenuamente aséptica y pura de la misma. La mediación histórica y sociocultural de todo proceso de producción de conocimiento es una realidad que no puede ser soslayada. Son las valoraciones y decisiones de las estructuras sociales las que proporcionan y sostienen los

centros de investigación y enseñanza, a la vez que sancionan ciertas líneas y aplicaciones de investigación.

Es también la arbitrariedad ideológica de cierta formación social la que puede favorecer, con deformaciones ideológicas, obstáculos epistemológicos que impiden el cuestionamiento de sus finalidades.

En la línea epistemológica abierta por Kuhn, y en sus aportaciones, sobre el desarrollo histórico del conocimiento, podemos advertir ciertas similitudes con el modo en que acontece el desarrollo y el progreso del conocimiento individual.

Tanto para el niño como para el científico, el conocimiento es el resultado de un progresivo y complejo proceso de construcciones que van reestructurando y enriqueciendo sus estructuras intelectuales.

Asimismo, ante un problema cognitivo, el sujeto puede reaccionar, en términos piagetianos, de modos diversos, que van desde actuaciones no adaptativas (repetición estereotipada de reacciones improductivas, abandono...) hasta reequilibraciones cognitivas, responsables de la configuración de construcciones «compensadoras» (Piaget, 1978, 1979, 1981...).

El proceso de descubrimiento que posibilita el desarrollo y cambio de los sistemas cognitivos, tanto en un ámbito del conocimiento como en otro, no se explica por la aportación externa de nuevos datos sino por la toma de conciencia de su incompatibilidad con los sistemas interpretativos previos. Ello plantea la necesidad de modificarlos y alienta la actividad intelectual reequilibradora, cuyo resultado, tanto en el niño como en el científico, reúne las características de un verdadero descubrimiento.

Existen descubrimientos que sirven para enriquecer y corroborar la validez de los sistemas cognitivos previos, y que conforman la mayor parte de los descubrimientos que construye la inteligencia humana, correspondiéndose con lo que Kuhn denomina «períodos de ciencia normal».

Sin embargo existen también otros descubrimientos de naturaleza más novedosa y revolucionaria, que rompen las previsiones y expectativas de los sistemas establecidos: siendo causa, tras vencer múltiples obstáculos y resistencias, de cambio paradigmático. Son descubrimientos de tal naturaleza que producen saltos cualitativos en el desarrollo cognitivo, trátase del niño o del científico, y que están relacionados con conceptos altamente «estructurantes» (Gagliardi, 1988; Hewson, 1981; Posner et al., 1982...).

Como ha fundamentado Piaget, el desarrollo y progreso intelectual del ser humano no responde a la naturaleza de un proceso meramente acumulativo. Por el contrario se trata de un proceso que presenta «decalages» y saltos cualitativos. Estos fenómenos son equivalentes a rupturas no acumulativas en las que estructuras cognitivas previas atravie-

san desequilibrios críticos y construcciones reequilibradoras, que van a configurar marcos de interpretación alternativos y más evolucionados.

Estos saltos cualitativos, aunque se desarrollan a partir de operaciones anteriormente consolidadas, implican importantes cambios en la lógica y funcionamiento del pensamiento humano, no exentos sin embargo de posibles regresiones. El paso del pensamiento concreto al formal implicará por ejemplo la adquisición de estructuras lógicas mucho más complejas (grupo INRC, operaciones binarias...) que posibilitan al adolescente nuevas formas de razonamiento, permitiéndole trabajar con representaciones proposicionales de situaciones hipotéticas. Mientras que en el período anterior el niño necesitaba, para razonar, del apoyo empírico-concreto de la realidad, el adolescente, gracias a la adquisición de la combinatoria y del pensamiento hipotético-deductivo, cuando se enfrenta a una situación problemática puede atender no sólo a los datos presentes sino que es capaz de formular y comprobar diversas resoluciones hipotéticas; lo cual no quiere decir que en todas las situaciones aplique el pensamiento hipotético-deductivo, o que deje de utilizar el pensamiento concreto. Es por ello que el desarrollo intelectual no puede ser interpretado como un proceso meramente acumulativo.

La idea de que la ontogénesis reproduce la filogénesis, como se sabe, es un planteamiento antiguo. Lo que hemos escrito en este trabajo podría resumirlo alguien con la frase anterior, para menospreciar su importancia posteriormente, como planteamiento superado históricamente. A pesar de ello, los argumentos que hemos dado no dejan de plantear las analogías que hemos descrito.

Por otra parte, de lo expuesto, se deduce una afirmación de gran importancia pedagógica. A veces creemos que los científicos, los sabios, son personas diferentes, de otra especie y que no solamente conocen más, sino que conocen de otra manera. La ciencia del conocimiento en todas sus formas y orientaciones nos confirma el planteamiento contrario: el niño que se esfuerza en aprender y el sabio que se esfuerza en descubrir, ambos emplean la misma «especie» de sistema psicofisiológico y en ambos actúan procesos reguladores que funcionan obedeciendo a las mismas leyes.

Descubrir es hacer ciencia, enseñar y promover el conocimiento requiere de la ciencia y es la otra cara imprescindible de la actividad científica. El descubridor y el docente pueden ser, los dos, hombres de ciencia; el uno lo sabe y se lo dicen a diario, hasta le premian por serlo; el otro, para llegar a estar donde debe, ha de convencerse de lo que es y convertir en indagación lo que anda haciendo.

Dirección de la autora: Angela Barrón Ruiz, Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, Paseo de Canalejas, 169. 37008 Salamanca.

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 21.XI.1989.

NOTAS

- [1] La flexibilización postpositivista de la epistemología planteó la necesidad de «naturalizar la razón», en el sentido de atender los factores empíricos (psíquicos, históricos, políticos, socioculturales, económicos...) que condicionan el desarrollo del conocimiento. Tal naturalización desmitificó creencias positivistas acerca de la objetividad, infalibilidad, autonomía y neutralidad de la ciencia.
- [2] Popper, K. R. (1983), p. 73. Para Popper, los hechos «están empañados de teoría, por decirlo así» (1977, p. 462). Su oposición a la tesis empirista es sintetizada en estos términos: «Los empiristas creían por lo común que la base empírica consistía en percepciones u observaciones absolutamente «dadas», en «datos», y que era posible construir la ciencia sobre estos datos como sobre una roca. En oposición a esta doctrina, señalé que los «datos» aparentes de la experiencia son siempre interpretados a la luz de teorías, por lo cual tienen el carácter hipotético o conjetural de todas las teorías» (ídem, p. 461).
- [3] El término «paradigma» ha sido sumamente controvertido. En su libro «Segundos pensamientos sobre paradigmas» (p. 40) Kuhn confiesa haber introducido el término en «La estructura de las revoluciones científicas» porque al investigar la población de una comunidad científica no logró detectar las suficientes reglas compartidas; llegando a la conclusión de que eran los ejemplares compartidos los que podían suplir tal deficiencia. Aparece así la significación restringida del término «paradigma», como sinónimo de «ejemplares» de lo realizado en el pasado; con una clara función cognoscitiva y normativa. Una vez establecida dicha acepción, Kuhn pensó en la aplicación del término a todos los compromisos compartidos por la comunidad, componentes que luego preferirá llamar *matriz disciplinar* y que incluyen desde «generalizaciones simbólicas» (símbolos, palabras, reglas...), «modelos categoriales» (proporcionan las analogías y metáforas permisibles), «valores» compartidos, hasta los ejemplares (primera acepción de paradigma) o problemas-soluciones que muestran cómo debe ser realizada la investigación. A este respecto expresa Kuhn (1975) en *La estructura de las revoluciones científicas*: «en mucho del libro, el término se usa en dos sentidos diferentes. Por una parte, pasa por la compleja constelación de creencias, valores, técnicas, y así sucesivamente, compartidos por los miembros de una comunidad dada. Por la otra, denota una especie de elementos en tal constelación, las soluciones-enigmas concretas que, empleados como modelos o ejemplos, pueden reemplazar a reglas explícitas como base para la solución de los enigmas restantes de la ciencia normal» (p. 269).
- [4] Lakatos, I. (1974), p. 26. Kuhn advierte de la semejanza de su posición con la de Lakatos: «La semejanza entre nuestras posiciones debería descalificarme como comentador..., al examinar la investigación..., he insistido repetidamente que tal investigación depende, en parte, de la aceptación de elementos que no son impugnables desde dentro de la tradición y que sólo pueden cambiarse por un tránsito a otra tradición, a otro paradigma. Lakatos, creo, hace la misma observación cuando habla del «núcleo firme de los programas de investigación», aquella parte que ha de aceptarse absolutamente en orden a realizar la investigación y que sólo puede impugnarse después de adoptar otro programa de investigación» Kuhn, T. S.: «Notas sobre Lakatos», en Lakatos, I. (1974), pp. 82-83.
- [5] La experiencia hermenéutica es una experiencia lingüística de comprensión. Para que exista entendimiento es preciso que exista acuerdo intersubjetivo (comprensión) sobre algo, a través de la relación dialéctica del diálogo y por medio del lenguaje. El propio entorno humano adquiere una existencia lingüística, ya que es por medio del lenguaje como el hombre representa su mundo y es introducido en una determinada relación con el mismo.

Frente a la racionalidad positivista instrumental que entiende la relación cognoscitiva en la acción manipuladora del sujeto sobre el objeto, la hermenéutica ha subrayado que tales acciones se hallan socialmente coordinadas a través de la dimensión comunicativa de la acción social, introduciendo un giro hacia la racionalidad comunicativa en la configuración del saber (Weber, Adorno, Apel, Gadamer, Habermas, Von Wright...).

- [6] VEGA, M. DE (1984), p. 513. El entrenamiento educativo que recibe el estudiante al asimilar las convenciones, lenguajes, destrezas, instrumentos... del método científico conlleva la adquisición de lo que Vega denomina «verdaderos amplificadores cognitivos» que optimizan e incrementan la capacidad mental del sujeto.

Si comparamos las herramientas de que dispone el científico con respecto al hombre de la calle, podemos observar cómo el propio lenguaje que utiliza es menos ambiguo, los datos a los que puede tener acceso gracias a los instrumentos de que dispone (telescopios, microscopios...) no son ni siquiera registrables por nuestros sistemas sensoriales, la limitada capacidad de nuestra memoria operativa es superada por artificios científicos de capacidad ilimitada, lo que permite una disponibilidad de mayores cantidades de información... Todas estas ventajas introducen una marcada diferencia entre las modalidades de procesamiento cognitivo que subyacen al pensamiento natural y al pensamiento científico.

- [7] El concepto de «autorregulación» es tomado de la epistemología genética de Piaget, para quien el mecanismo fundamental de «construcción del conocimiento a partir de la acción» se apoya en mecanismos equilibradores derivados de la naturaleza autorreguladora de la acción adaptativa. La actividad autorreguladora es desarrollada a través de la intervención del sistema organizador y estructurante por el que el sujeto comprende la realidad, y la actuación del sistema heurístico por el que, aplicando los esquemas «operatorios» y «procedimentales», el sujeto resuelve problemas.

A través de dicha actividad, y por medio de mecanismos de abstracción empírica y reflexionante, el sujeto construye un conocimiento figurativo y operativo, derivado de la coordinación de las acciones ejercidas sobre los objetos de conocimiento. Piaget (1978, 1981), Cellier (1979), Inhelder y Piaget (1979)...

- [8] El pensamiento de Kuhn acerca de la lógica de la investigación científica supera en muchos aspectos al pensamiento de Popper.

Kuhn distingue dos tipos fundamentales de progreso científico, que Popper no distinguió y que aparecen confirmados por la historia de la ciencia: el normal y el revolucionario. El progreso de la ciencia normal no parece adecuarse al patrón falsacionista popperiano, ya que la actividad normal de los científicos está más dirigida a confirmar que a falsar sus teorías. Por otra parte, el progreso revolucionario que culmina en la sustitución de paradigmas no obedece únicamente a razones lógicas de falsación. Como sintetiza A. Rivadulla (1984: 29-30) «son aspectos pragmáticos de tipos psicosociológicos y juicios de valor los que parecen desempeñar un papel determinante en el cambio científico, en detrimento de una lógica de la investigación en el sentido de Popper».

La integración del contexto de descubrimiento y de los elementos socio-culturales en la configuración de la teoría de la ciencia ha hecho que se considere insuficiente la racionalidad positivista-instrumental, demandando una racionalidad más amplia que, partiendo del análisis crítico de sus condicionamientos históricos y sociales, oriente la investigación hacia la mejora y progreso de la sociedad (racionalidad dinámico-hermenéutica).

BIBLIOGRAFIA

- AUSUBEL, D. P. et al. (1983, 2.^a ed.) *Psicología Educativa* (México, Trillas).
- BADDELEY, A. D. (1983) *Psicología de la memoria* (Madrid, Debate).
- BOURNE, L. E. et al. (1980, 3.^a reimp.) *Psicología del pensamiento* (México, Trillas).
- BRUNER, J. (1987) *La importancia de la educación* (Barcelona, Paidós).
- BUNGE, M. (1973, 3.^a ed.) *La investigación científica* (Barcelona, Ariel).
- CAREY, S. (1985) *Conceptual change in childhood* (Cambridge Mass., Mit Press).
- CASAVOLA, H. (1983) El rol constructivo de los errores en la adquisición de los conocimientos, *Cuadernos de Pedagogía*, 108, pp. 49-54.
- CELLERIER, G. (1979) Structures cognitives et schémas d'action, *Archives de Psychologie*, 47, 180.
- COFER, Ch. N. (1979) *Estructura de la memoria humana* (Barcelona, Omega).
- DRIVER, R. (1986) Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, 4, pp. 3-15.
- DRIVER, R. y BELL, B. (1986) Student's thinking an the learning of science: A constructivist view, *School Science Review*, 67, pp. 443-456.
- FORGAS, J. P. (1981) *Social Cognition* (London, Academic Press).
- FORMAN, E. A. y CAZDEN, C. B. (1984) Perspectivas vygotskianas en la educación: el valor cognoscitivo de la interacción entre iguales, *Infancia y Aprendizaje*, 27-28, pp. 139-157.
- GAGLIARDI, R. (1988) Utilización de las representaciones de los alumnos en la educación, en HUARTE, F. (Coord.) *Temas actuales sobre Psicopedagogía y Didáctica* (Madrid, Narcea).
- GARCÍA CARRASCO, J. (1987) *Apuntes de Teoría de la Educación* (Universidad de Salamanca).
- GIL PÉREZ, D. (1987) Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación: *Investigación en la Escuela I*, pp. 35-41.
- GIORDAN, A. (1985) Interés didáctico de los errores de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, 3, pp. 11-17.
- GIORDAN, A. y VECCHI, G. de (1988) *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos* (Sevilla, Diada).
- GOLDMAN, A. I. (1983) Epistemology and the Theory of Problem Solving, *Synthese*, 55, pp. 21-48.
- HAWKING, S. W. (1988) *La historia del tiempo. Del bing bang a los agujeros negros* (Madrid, Crítica).
- HEWSON, P. W. (1981) A conceptual chage approach to learning science, *European Journal of Science Education*, 3, 4, pp. 61-78.
- INHELDER, B. y PIAGET, J. (1979) Procedures et structures, *Archives de Psychologie*, 47, pp. 165-179.
- JOHNSON, D. W. (1981) Student-student interaction: the neglected variable in education», *Educational Researcher*, 10, pp. 5-10.
- KELLY, W. A. (1955) *The Psychology of Personal Constructs* (New York, Norton Company).
- KUHN (1975) *La estructura de las revoluciones científicas* (México, F.C.E.).
- KUHN, T. S. (1975) Lógica del descubrimiento o psicología de la investigación, en LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A. *La crítica y el desarrollo del conocimiento* (Barcelona, Grijalbo), pp. 81-111.
- (1978) *Segundos pensamientos sobre paradigmas* (Madrid, Tecnos).
- LAKATOS, I. (1974) *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales* (Madrid, Tecnos).

- LAUDAN, L. (1977) *Progress and its problems. Towards a theory of scientific growth* (London, Routledge & Kegan Paul).
- MANICAS, P. T. y SECORD, P. F. (1983) Implications for Psychology of the New Philosophy of Science, *American Psychologist*, pp. 399-413.
- MORENO, M. (1986) Ciencia y construcción del conocimiento, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4 (1), pp. 57-63.
- MUGNY, G. y DOISE, W. (1983) *La construcción social de la inteligencia* (México, Trillas).
- NORMAN, D. A. (1985) *El aprendizaje y la memoria* (Madrid, Alianza).
- NOVAK, J. D. (1986) The importance of emerging constructivist epistemology for mathematics education, *Journal of Mathematical Behavior*, 5, pp. 181-184.
- PERRET-CLERMONT, A. N. (1984) *La construcción de la inteligencia en la interacción social* (Madrid, Ap. Visor).
- PETERS, R. S. (1969) *El concepto de Educación* (Buenos Aires, Paidós).
- PIAGET, J. (1978) *Equilibración de las estructuras cognitivas* (Madrid, Siglo XXI).
- (1979) *Investigaciones sobre la abstracción reflexionante* (Buenos Aires, Huemul).
- (1981) *Epistemología genética y equilibración* (Madrid, Fundamentos).
- POPE, M. L. y KEEN, T. R. (1981) *Personal construct psychology and education* (London, Academic Press).
- POPPER, K. R. (1977) *La lógica de la investigación científica* (Madrid, Tecnos).
- (1983) *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico* (Barcelona, Paidós).
- PORLAN, R. et al. (Comp.) (1988) *Constructivismo y enseñanza de las ciencias* (Sevilla, Diada).
- POSNER, G. J. et al. (1982) Accommodation of a Scientific conception: Towards a theory of Conceptual Change, *Science Education*, 66, 2, pp. 211-227.
- RIVADULLA RODRÍGUEZ, A. (1984) *Filosofía actual de la ciencia* (Madrid, Editora Nacional).
- RUMELHART, D. E. y NORMAN, D. A. (1981) Analogical processes in learning, en ANDERSON, J. R. (Ed.) *Cognitive Skills and their Acquisition* (New Jersey, Erlbaum).
- SERRANO GISBERT, T. (1987) Los marcos alternativos de los alumnos: un nuevo enfoque de la investigación sobre el aprendizaje de las ciencias, *Bordon* 39, 268, pp. 363-386.
- SIMON, H. A. et al. (1981) Scientific discovery as problem solving, *Synthese*, 47, pp. 1-27.
- SNYDERS, G. (1976) *¿A dónde se encaminan las pedagogías sin normas?* (Barcelona, Planeta).
- VEGA, M. de (1984) *Introducción a la psicología cognitiva* (Madrid, Alianza).
- VYGOTSKY, L. S. (1984) Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar, *Infancia y Aprendizaje*, 27-28, pp. 105-116.
- WERTSCH, J. V. (1988) *Vygotsky y la formación social de la mente* (Barcelona, Paidós).

SUMMARY: SIMILARITIES BETWEEN THE GENESIS OF KNOWLEDGE IN THE INDIVIDUAL AND IN SCIENCE: PEDAGOGICAL IMPLICATIONS.

The aim of this paper is to analyse the similarities existing between the development of knowledge in the individual and in science, in order to find a basis with productive pedagogical implications. The analysis is supported by contributions from Cognitive Psychology and Historiographic Epistemology.

We understand *knowledge*, in the individual as well as science, as an *organized and intersubjective conjectural activity*, which implies promoting *constructivist teaching*. One of the important sources of the development of knowledge is the discovery of errors and problems; hence an important pedagogical implications is the reconceptualization of error, giving appropriate relevance to the pattern of problematic situations and to stimulation by and overcoming of error.

KEY WORDS: Construction and development of knowledge. Cognoscitive similarities. Cognitive psychology. Theory of science. Pedagogical implications.