

Las bases estructurales del constructivismo

Luz N. Torres de Gallego

Royman Pérez Miranda

Rómulo Gallego Badillo ***

Resumen

Partiendo de las teorías de Popper, Kuhn y especialmente Toulmin, se procede a indagar por los fundamentos epistemológicos del constructivismo. Se exploran las posibi-

- * Investigadora en currículo y evaluación. Ex-asesora en educación del Municipio de Chía. Cundinamarca.
- ** Magister en Docencia de Química. Profesor del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional.
- *** Magister en Docencia Universitaria. Profesor del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

lidades que los trabajos de estos autores brindan para enriquecer las concepciones de didáctica y pedagogía.

Summary

Starting out from Popper, Kuhn and specially Toulmin Theorics, we try to investigate the epistemológica! basis of Constructivism. We explore Úie possibilities that these authors' works bring io enrich the "conception" of Didactics and Pedagogy.

Exposé

Des les iheories de Popper, Kuhn et especialment de Toulmin se questionnent les fondaments épistemologiques du constructivisme on explore les possibilites que les fravaux de ees auteurs donnent pour enrichir les conceptualisations de la didactique et la Pédagogie.

Introducción

Se suele decir que el constructivismo es una moda. En verdad, tal cual como se está dando a conocer entre los profesores de ciencias experimentales, por lo menos de educación secundaria y primaria colombianas, bien puede afirmarse que a eso ha sido reducido. En particular y para satisfacer inquietudes prácticas de la enseñanza en el aula, parece ser sólo una serie de algoritmos con más o menos fundamentaciones expresadas en áridas definiciones. Tales esquematismos para la actuación didáctica pueden ser sustituidos, más temprano que tarde, por otros productos del oleaje ideológico de turno. En el presente estudio los autores demuestran que el constructivismo es una concepción epistemológica que históricamente ha venido configurándose desde Jenófanes y que hoy tiene sus bases ontológicas en las propuestas que, sobre el Ser y el Devenir, elaboró Heráclito (Gallego-Badillo, R., 1993).

A partir de suposiciones y creencias raizales sobre el conocimiento, el constructivismo es una mirada alternativa sobre el individuo, la sociedad y la naturaleza que, como es lógico esperarlo, conlleva unas consecuencias pedagógicas y didácticas novedosas. Es, por principio, eminentemente creativo e incita a la innovación permanente, por lo que resulta empobrecedor reducirlo a cuestiones estrictamente metodológicas a la vez que limitante encasillar al profesional de la educación dentro de tal perspectiva.

Los orígenes epistemológicos

Si bien cabría señalar los desarrollos hechos por Kant en su *Crítica de la Razón Pura* y en sus *Prolegómenos a cualquier Metafísica del Porvenir*, contemporáneamente es menester partir de las *Revoluciones Científicas* creadas por las geometrías no euclidianas (Riemann, Lobachetsky y Bolyai), la teoría de la relatividad (Einstein) y la mecánica de los cuantos.

Es éste el punto de partida necesario, por cuanto cambió el paradigma" newtoniano de lo que era la ciencia y cómo se producía conocimiento. Es más, desde ahí se reconoce, por lo menos dentro de las ciencias experimentales, que no puede existir una teoría global aplicable de manera exitosa a todos y cada uno de los fenómenos del mundo. También, que no puede pensarse en conceptos absolutos y estrictamente verdaderos, y que habría siempre que admitir teorías o concepciones alternativas sobre lo mismo, con sus ámbitos de sentido, formas metodológicas y límites de validez y aceptación comunitarias.

La revolución señalada condujo a centrar el análisis epistemológico en el problema del cambio y en la reconceptualización de los criterios de demarcación indispensables para emitir un juicio admisible que distinguiera entre una teoría científica y otra que no lo era. Tal discusión, como se sabrá, no era factible dentro del empiro-inductivismo, formulado por Francis Bacon, en 1620, en su *Novum Organum*.

El análisis de esos orígenes modernos del constructivismo es preciso comenzar con el estudio de la obra de Karl Popper, *La lógica de la investigación científica* Popper perfeccionó su trabajo mientras era maestro de una escuela rural en Austria, puesto que ocupó entre 1930 hasta 1937 (Lecourt, D. 1984).

De entrada, K. Popper es taxativo al postular que el hombre de ciencias, teórico o experimentalista, elabora enunciados o sistemas de enunciados y los contrasta paso a paso. (Popper, K., 1962). Se ocupa luego del problema de la lógica de la inducción, con el fin de demostrar la imposibilidad de construir proposiciones universales a partir de enunciados observacionales, poniendo además en evidencia lo insostenible del principio de inducción y con ello, la idea de un origen empírico del conocimiento científico.

Establecido esto, K. Popper, desarrolla su método de "Contrastación crítica de teorías" y de selección de las mismas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos

en sus contrastes. Esa comparación, agrega el profesor Popper, tiene como objetivo principal averiguar si la teoría examinada constituye un adelanto científico (Popper, K... 1962:32). Añade su propuesta que las teorías científicas están en perpetuo cambio. Todo sistema científico para serlo tiene necesariamente que ser falseable, no importa cuanta corroboración positiva haya recibido, es decir, cuantas pruebas haya superado.

Es indispensable subrayar esa contrastación entre teorías. En efecto, es aquí quizás donde tiene su origen la idea de una teoría del profesor y una teoría del alumno o, mejor, una ciencia del profesor y una ciencia del alumno, previa negación de la concepción de la "tabula rasa". Así pues, el acto pedagógico de la relación enseñanza aprendizaje giraría en torno a la contrastación entre esas dos concepciones. En sentido estricto, el profesor ha de buscar falsear la supuesta teoría del alumno, a la vez que éste lleva a cabo algo semejante.

Por el lado de la contrastación de cada teoría, habría que pensar en la generación de conclusiones en su interior, las cuales deben ser comparadas unas con otras, sometiéndose así a contraste la coherencia interna del sistema. Agregúese el estudio lógico para determinar si es una teoría propia de las ciencias experimentales o es una organización tautológica. La otra prueba es la de las aplicaciones empíricas de las conclusiones que puedan deducirse de ella (Popper, K., 1962:32). Desde aquí se piensa que la teoría del profesor ha de mostrarse superior a la del alumno, punto a punto, proposición a proposición, resultado práctico a resultado práctico, de tal forma que el estudiante opte por abandonar sus concepciones y aceptar las del profesor produciéndose el cambio.

Dejando a Popper, entra en escena Thomas S. Kuhn, quien en 1962 publicó su *Estructura de las Revoluciones Científicas*, como un primer informe de un proyecto concebido alrededor de 1947 que, según informa el mismo autor, se inició cuando tuvo la oportunidad de entrar en contacto directo con la historia de las ciencias, como consecuencia de un curso que tuvo que desarrollar en un colegio experimental.

Como es conocido por todos, T. S. Kuhn en la obra citada, para hacer el análisis de los desarrollos y cambios en las concepciones científicas, propone y tematiza las categorías de: paradigma, comunidad científica, ciencia normal y ciencia revolucionaria. Con respecto a ciencia normal postula que ella significa investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como

fundamento para su práctica posterior. Relaciona estrechamente paradigma con ciencia normal, cuyo estudio es lo que prepara, principalmente a un estudiante, para ingresar como miembro de una comunidad científica particular. Explícita que los hombres, cuya investigación se basa en paradigmas compartidos, están sometidos a las mismas reglas y normas para la práctica científica (Kuhn, T. S., 1971:33-34).

T. S. Kuhn parece decir que toda la historia de las ciencias, e incluso de la cultura, se caracteriza por la existencia de teorías que compiten entre sí. Sostiene que para ser aceptada como paradigma, una teoría debe parecer mejor que sus competidoras, no necesitando para tal efecto explicar todos los hechos que se puedan confrontar con ella (Kuhn, T. S., 1971:44). Puntualiza que un paradigma obtiene su estatus como tal, debido a que tiene más éxito que sus competidores para resolver unos cuantos problemas que el grupo de practicantes reconoce como agudos. Ese tener éxito no significa para Kuhn que sea completo en la resolución de un problema determinado o que dé sus resultados completamente satisfactorios con un número considerable de problemas (Kuhn, T. S., 1971:52).

Situado en la dinámica del cambio paradigmático explícita que la competencia entre paradigmas no es el tipo de batalla que pueda resolverse por pruebas. Agrega que quienes proponen los paradigmas en competencia practican sus profesiones de modos diferentes, ven cosas diferentes cuando miran en la misma dirección desde el mismo punto, por lo que, antes de que puedan comunicarse plenamente un grupo o el otro, deben experimentar una especie de conversión definidora del cambio de paradigma. La transferencia de la aceptación de un paradigma a otro es una experiencia de conversión que no se puede forzar (Kuhn, T.S. 1971:230-225).

No entrando más en detalle, en el campo de las pedagogías y didácticas constructivistas, la propuesta kuhniana ha conducido a la aceptación de que todos los profesores realizan su enseñanza tomando el saber que saben como si estuviera en periodo de ciencia normal. Se continúa en la idea de que en el aula de clase se presenta el paradigma del profesor, representante de alguna manera de una comunidad científica particular, y el paradigma del alumno. Se supone que ambos están en competencia, y que el del profesor tiene más éxito para resolver unos cuantos problemas, así sea, no de manera completa o que no dé resultados suficientemente satisfactorios con un número considerable de problemas.

La extensión a la práctica pedagógica y didáctica de la concepción kuhniana supone que, en lo particular de las temáticas de las asignaturas, tanto el profesor

como el alumno viven en mundos diferentes y ven cosas diferentes cuando observan lo mismo. Por consiguiente, el aprendizaje ha de plantearse como un cambio paradigmático en el que el estudiante ha de sufrir una experiencia de conversión por cuenta propia. Es decir, sin presión alguna. Así como Kuhn historia la dificultad de los cambios paradigmáticos, la resistencia que los grupos de científicos presentan a abandonar sus reglas, programas, postulados y leyes, la investigación pedagógica y didáctica ha encontrado que sucede algo similar con respecto a los estudiantes, hallazgo éste que develó la profesora L. Viennot (1978) en su tesis doctoral con respecto a la física newtoniana y el concepto de fuerza en estudiantes universitarios.

En cuanto a la pedagogía y la didáctica, centrados en las categorías kuhnianas, hasta donde podría hablarse de ellas como ciencia normal en la significación de investigación basados en una o más realizaciones científicas del pasado que alguna comunidad de pedagogos y didactas reconocerían, durante cierto tiempo, como fundamento de su práctica. Estas pedagogías y didácticas "normales" estarían así constituidas por paradigmas, cuyo conocimiento prepararía a un estudiante para ingresar a una comunidad de educadores. Así, los educadores, cuya investigación pedagógica y didáctica estuviese basada en paradigmas competitivos, estarían sometidos a las mismas reglas y normas para su práctica investigativa.

Siguiendo esta traslación, la historia de la pedagogía y de la didáctica estaría caracterizada por la existencia de teorías que compiten entre sí. Una teoría pedagógica y didáctica, para ser aceptada como paradigma, debería parecer mejor que sus competidoras, no necesitando, para tal efecto, explicar todos los hechos que se puedan confrontar con ellas. En este orden de ideas, un paradigma pedagógico y didáctico obtendría su estatus como tal debido a que lograría más éxito que sus competidores para resolver unos cuantos problemas sobre enseñanza y aprendizaje, que el grupo de practicantes reconoce como agudos.

Sobre una crítica a la formulación popperiana de que la falsación de una teoría hace que ésta sea desechada y sustituida por otra, e incluso a la kuhniana, en el sentido de que el cambio paradigmático tiene como consecuencia algo análogo, I. Lakatos propone una teoría de los programas de investigación científica, con sus núcleos firmes, cinturones protectores, heurísticas positivas y negativas y programas regresivos y progresivos (Lakatos, I. 1983). Desde un punto de vista, en cada época hay programas de investigación en competencia, siendo unos progresivos y otros regresivos, puntualizando que estos últimos son aquellos que ganan más apoyos empíricos, en la medida en que sus predicciones resultan confirmadas.

Lakatos, al definir lo que entiende por heurística negativa, sostiene que ésta es la decisión racional del grupo responsable del programa de no tocar el núcleo firme, lo que garantiza la continuidad del mismo. Por otra parte, quien recibe todos los impactos de las contrastaciones es el cinturón protector o conjunto de hipótesis auxiliares que puede ser modificado o incluso cambiado. El surgimiento de un nuevo programa de investigación se da cuando un grupo de científicos decide criticar el núcleo duro y proponer otro.

En el campo de la práctica educativa ha resultado difícil trasladar esta propuesta, por cuanto, si bien es factible aducir que todo profesor trabaja dentro de un programa de investigación científica, resulta forzado hacerlo para el alumno. Sin embargo, podría proponerse, en gracia de discusión, que los estudiantes manejan una especie de núcleo firme en sus creencias y suposiciones que, de manera difícil, cuestionan y están dispuestos a cambiar.

Sería interesante postular que todos los profesores en sus planteamientos pedagógicos y didácticos se agrupan en programas de investigación, con una serie coordinada de principios básicos al respecto, los cuales constituirían los centros firmes de cada programa. Por su parte, los correspondientes cinturones protectores de hipótesis auxiliares constituirían los argumentos del diseño y realización de las clases cuyos resultados hablarían en favor o en contra de sus hipótesis, las cuales serían, dado el caso, cambiadas y sustituidas por otras. Los cambios pedagógicos y didácticos ocurrirían cuando un grupo de profesores propusiera un nuevo programa de principios y generara un nuevo programa de investigación en dicha área.

El tercer y último epistemólogo que se referenciará en este estudio es Stephen Toulmin, cuya obra *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*, publicada originalmente en inglés (1972), es citada por algunos investigadores en la enseñanza de las ciencias experimentales (Novak, J. D., 1988), y es considerada por un selecto número de profesores (Aliberas, J., Gutiérrez, R. e Izquierdo, M., 1989), como la base para hacer de la didáctica una ciencia que se tornaría en empresa racional.

Poniendo de presente que el libro señalado es una exposición en extensión y dentro de un marco histórico de la tesis central de un volumen anterior titulado. *Los usos de la argumentación* (1958), se reafirma en su convicción de que, en la ciencia y en la filosofía, la preocupación exclusiva por la sistematicidad lógica ha resultado destructiva para la comprensión histórica y la crítica racional. Añade que los hombres demuestran su racionalidad, no ordenando sus conceptos y creencias, sino

por su disposición a responder a situaciones nuevas con espíritu abierto, reconociendo los defectos de procedimientos anteriores y superándolos (Toulmin, T. S., 1977:11-12).

Contrario a los cambios radicales paradigmáticos de T. S. Kuhn, Toulmin busca una teoría adecuada del desarrollo conceptual que explique la estabilidad y el cambio en los mismos términos. Para ello, sostiene, se debe disponer de un mismo conjunto de factores y consideraciones que interaccionan de diversas maneras, para explicar por qué las "formas de pensamiento y percepción (conceptos, patrones de juicio racional, principios a priori, etc), varían rápidamente en algunos casos, situaciones y circunstancias, y también por qué, en otros, permanecen inmutables (Toulmin, S., 1977:109).

Su negación del cambio paradigmático radical parte de la sustentación de que el contenido intelectual de toda una ciencia carece de la estructura unitaria característica de algún cálculo teórico. Ese contenido sólo puede ser representado en una forma estrictamente lógica en circunstancias muy excepcionales. Lo típico, dice Toulmin, es que una ciencia abarque muchas teorías o sistemas conceptuales coexistentes y lógicamente independientes. Hay por tanto, que considerar ese sistema como un agregado o "población conceptual" dentro de la cual hay grupos localizados de sistematicidad lógica. Aquellos que suponen que una ciencia es necesariamente un sistema intelectual coherente, son quienes aceptan que los cambios radicales deben ser revolucionarios. Así pues, la única posibilidad de un cambio de esa magnitud reside en el rechazo del sistema como un todo y en un empezar de nuevo (Toulmin, S., 1977:137-139). Propone, por tanto, reconocer que los diferentes conceptos de una disciplina científica, están relacionados más flojamente de lo que han supuesto los epistemólogos. Ellos no han sido introducidos todos y al mismo tiempo, como un único sistema lógico con un único fin científico, sino que los diferentes conceptos y teorías lo han sido en forma independiente en momentos diferentes y para propósitos distintos. Esto significa, para Toulmin, reconocer que una ciencia comprende una "población histórica" de conceptos y teorías lógicamente independientes, cada uno con su historia, su estructura y sus implicaciones propias (Toulmin, S., 1977:139).

Destaca el autor que la racionalidad no es un atributo de los sistemas conceptuales, sino de las actividades o empresas humanas de las cuales son cortes temporales los conjuntos particulares de conceptos. Por eso su análisis de los aspectos comunales del uso de conceptos se centra en la categoría de "empresa racional" y su desarrollo histórico. De manera concomitante trata las continuidades

como los cambios en tales empresas haciendo equivalentes el contenido intelectual de las mismas a su otra categoría de "poblaciones conceptuales", de donde su perspectiva es eminentemente evolutiva y no revolucionaria (Toulmin, S., 1977:144-145).

Considera a la vez, que en un periodo suficientemente largo, el contenido intelectual puede cambiar muy drásticamente, mientras que los métodos y los objetivos intelectuales pueden hacerlo de manera lenta. Puntualiza además que cada disciplina científica, aunque mutable, normalmente exhibe una continuidad reconocible en los factores selectivos que gobiernan los cambios en su contenido. En esas disciplinas siempre hay novedades intelectuales que son sometidas a discusión. No obstante, sólo unas pocas de tales novedades conquistan un lugar y son transmitidas a las generaciones siguientes (Toulmin, S. 1977:149-150).

Trae a colación el hecho de que los grupos de hombres y mujeres que trabajan en una disciplina, están vinculados entre sí como maestros y discípulos en genealogías escolásticas. De la misma manera, las sociedades doctas y los centros de investigación están vinculados en genealogías institucionales; como también, dentro de una ciencia determinada, otras genealogías vinculan al equipo experimental, los modelos explicativos, la terminología, las técnicas matemáticas y los temas de estudio de fases anteriores con las posteriores (Toulmin, S., 1977:156).

Al hablar de los problemas conceptuales, dice que éstos provienen de la comparación, no de proposiciones con observaciones, sino de ideas con la experiencia. Por consiguiente, las facultades explicativas de un momento histórico dado deben ser juzgadas a la luz de las ambiciones y los ideales intelectuales relevantes; de ahí que no se pueda definir de manera apropiada la naturaleza de los problemas científicos sin considerar también el carácter de esos ideales: los científicos ubican y especifican los inconvenientes de sus conceptos, reconociendo la distancia entre su capacidad común para explicar y las ambiciones explicativas definidas por sus ideales corrientes de orden natural o modelos de inteligibilidad completa. La transformación histórica por la cual evoluciona el contenido de una disciplina científica sólo es inteligible en términos de esas ambiciones explicativas corrientes del correspondiente gremio profesional (Toulmin, S., 1977:160-163).

En última instancia, recalca Toulmin, la naturaleza de una disciplina intelectual siempre incluye a sus conceptos, a su objeto de estudio, a los hombres y mujeres que los conciben y a las ambiciones intelectuales más amplias que unen a los practicantes que trabajan en ella. Esos ideales son producto de la experiencia

acumulada, los cuales determinan ambiciones colectivas a las que se adhiere todo aquel que se enrola en la profesión correspondiente. Tales ideales mantienen la coherencia de la disciplina misma, estableciendo límites dentro de los cuales se restringen las hipótesis y la especulación y se mejoran los criterios para juzgar las innovaciones conceptuales (Toulmin, S., 1977:164).

Para finalizar esta presentación, el autor es del parecer que el conjunto de conceptos representativos de una disciplina histórica en desarrollo forma una transmisión. Así, el contenido de una ciencia se trasmite de una generación de científicos a la siguiente, mediante el proceso de enculturación, como un aprendizaje por el cual ciertas habilidades explicativas se transfieren con o sin modificación. El núcleo de la transmisión, que debe ser aprendido, probado, aplicado, criticado y cambiado, es el repertorio de técnicas, procedimientos y habilidades intelectuales y métodos de representación que, por un lado, se emplean para dar explicaciones de sucesos y fenómenos dentro del ámbito de la ciencia involucrada, mientras que, por otro, constituyen los aspectos comunales o públicos de la misma (Toulmin, S., 1977:168-169).

Complementa lo anterior diciendo que un aprendiz de científico, en una prueba tangible y pública, demuestra que ha comprendido cuando es capaz de aplicar cada concepto atinadamente, resolviendo problemas o explicando fenómenos mediante procedimientos cuya validez es asunto comunal. Sus logros explicativos han de suministrarla confirmación, más inmediata y directa posible, de que ha comprendido las significaciones de los conceptos, esto es, su papel corriente en la disciplina implicada. Cuando comprende una particular constelación de procedimientos explicativos, un aprendiz muestra que sabe cómo y cuándo aplicar esos procedimientos, proporcionando la prueba de que ha logrado la captación conceptual de la disciplina. Aquí no interesan las actividades internas o mentales; lo indispensable es aprender a realizar las actividades colectivas del caso. Si sólo se aprenden las palabras y las ecuaciones, se puede quedar atrapado en la superestructura lingüística; sólo se llega a comprender la significación científica de esas palabras y ecuaciones, cuando se aprende a aplicarlas.

Para aquellos investigadores en la enseñanza de las ciencias experimentales que se inscriben de manera estricta en la óptica toulminiana, resulta difícil aceptarles una posición constructivista en cuanto a la idea de cambio conceptual, metodológico y actitudinal, pues S. Toulmin en su transmisionismo, si bien admite la posibilidad de cambio en las habilidades explicativas al pasar éstas de una generación a otra, lo cierto es que, al proponer esa especie de evaluación del aprendizaje, expresa que

las construcciones individuales no interesan, ya que los maestros sólo deben ocuparse de que los aprendices se concentren en captar bien y de manera completa, la población conceptual y las habilidades explicativas comunales.

No obstante lo anterior, y al hacer un esfuerzo interpretativo de su idea de enculturación, podría suponerse que la introducción paulatina de los estudiantes a cualquier disciplina intelectual, sea precisamente algo análogo a lo que ocurre cuando una persona abandona su cultura de origen y se establece definitivamente en otra distinta, con una lengua diferente. Si bien no lo dice por ninguna parte, más allá de su transmisionismo repeticionista, éste sería el punto para desarrollar un constructivismo contrario a sus planteamientos.

Retomando a Aliberas, Gutiérrez e Izquierdo (1989), habría que decir con Toulmin que el contenido intelectual de la pedagogía y la didáctica, de ser ambas ciencias, carecería éste de la estructura teórica característica de los cálculos preocupados por la sistematicidad lógica. Si tal fuera el interés resultaría destructivo para la comprensión histórica y la crítica racional de las mismas. Ese contenido sólo puede ser representado en una forma estrictamente lógica, en circunstancias estrictamente excepcionales.

Habría, por tanto, que decir que la pedagogía y la didáctica abarcan muchas teorías o sistemas conceptuales coexistentes y lógicamente independientes. Se estaría, por consiguiente, frente a agregados o poblaciones conceptuales dentro de los cuales habría grupos locales de sistematicidad lógica. Esto significaría reconocer que los diferentes conceptos pedagógicos y didácticos se hallan relacionados de forma mucho más débil de lo que podrían esperar los epistemólogos. Es así porque tales conceptos no han sido introducidos todos al mismo tiempo para constituir un único sistema lógico con un único fin educativo. Los diferentes conceptos y teorías de aquello que podría identificarse como pedagogía y como didáctica han sido creados en forma independiente y en momentos diferentes y para propósitos educativos distintos. De ahí que, tanto la pedagogía y la didáctica tendrían que ser asimiladas, necesariamente, como empresas racionales con toda la connotación toulminiana.

Las propuestas investigativas

Francisco J. Várela (1990), al trabajar el inicio de la hoy llamada ciencia cognitiva (o de la cognición), señala el periodo 1940-1956, como el de los años

formativos. Indica que los "padres fundadores" bautizaron a la ciencia que nacía con nombres que aludían explícitamente a su orientación epistemológica. Así, dice, que en Suiza, Jean Piaget formuló un programa de investigación en lo que él denominó "epistemología genética"; Konrad Lorenz, por su parte, describía su "epistemología evolutiva" y Warren McCulloch en Estados Unidos, empezó a hablar de "epistemología experimental".

Jean Piaget, que se sepa, es el primero que realiza la idea de estructura mental, como una necesidad conceptual y metodológica para investigar el desarrollo operatorio de la inteligencia en el niño. Es éste un golpe certero contra el empirismo y su tesis de la tabula rasa. Por su parte, la psicología cognitiva, hija bastarda del conductismo, comenzó a desarrollarse y prosperar una vez que Skinner se retiró del escenario. Así pues, eso que en psicología ha sido denominado revolución cognitiva, se puede decir que se inició realmente a partir de la década del sesenta, cuando los investigadores volvieron a introducir en el seno de las teorías experimentalistas de la psicología, conceptos tales como creencia, conocimiento, plan, fin, deseo, etc., que los conductistas consideraron irremediabilmente sospechosos y difíciles de investigar científicamente (empiro-positivismo), dadas sus condiciones mentalistas (Guttemplan, S., 1993).

Si bien los constructivistas no se han matriculado en estricto dentro de la psicología de la cognición, la referencia es válida. Por tanto, conceptos como cognición son hoy ampliamente aceptados. Este da a entender que los organismos, al interactuar con su entorno, exhiben ciertos comportamientos porque son capaces de adquirir determinadas informaciones y ciertos conocimientos sobre dicho entorno; es decir, que son capaces de representárselo mentalmente de diversas maneras. De ahí que la psicología de la cognición posea hoy, como postulado, la afirmación de que existen ciertos estados internos en los organismos que pueden ser tratados como representaciones mentales. Ellas les permiten almacenar ciertas informaciones sobre el entorno y dicha información combinada con los planes o los fines de tales organismos, es la causa de su comportamiento (Engels, P., 1993).

Estipulado el preámbulo anterior que habla en favor de la existencia de estructuras conceptuales, metodológicas y actitudinales en la mente de las personas, se pasa ahora a señalar las propuestas que dirigen los programas de investigación en la enseñanza de las ciencias experimentales, dentro del marco constructivista.

La propuesta del cambio conceptual

Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), fundamentados en las posiciones epistemológicas de T. S. Kuhn, I. Lakatos y S. Toulmin, propusieron para el proceso educativo, este modelo. Partiendo de la aceptación de una estructura cognitiva previa de los alumnos, dicen de ellos que son un grupo de personas con una serie de concepciones admisibles sobre el mundo, de tal forma que pueden ser asimiladas como una comunidad científica que actúa y obtiene resultados válidos. De esta manera, conciben el aprendizaje como una actividad racional análoga a la de la investigación científica, en la óptica de que los resultados de ésta casi siempre produce cambios conceptuales entre los investigadores.

Desde el punto de vista de la epistemología genética, el aprendizaje como cambio conceptual admite la asimilación, la cual ocurre cuando los estudiantes utilizan sus ideas previas para trabajar la información nueva que el profesor les presenta, la comprenden y la incorporan a la estructura que ya poseen. De igual manera, la acomodación, la cual interpretan como aquel proceso que se sucede cuando el esquema conceptual previo de los alumnos es inadecuado para procesar la nueva información, caso en el cual es indispensable la sustitución de los conceptos existentes, dándose realmente el cambio conceptual.

Algunos autores consideran que los diferentes aspectos influyentes en el cambio conceptual son: a) Las anomalías acumuladas por las nociones preexistentes, de tal forma que se hacen inadecuadas para dar cuenta de nuevos fenómenos y hechos, b) La posibilidad por parte de los alumnos de inventar nuevas analogías y metáforas que les haga inteligible esos fenómenos y hechos, c) Los compromisos epistemológicos que los llevan a asumir conscientemente sus concepciones sobre el conocimiento y los límites de sus creencias y suposiciones sobre las ciencias y las experiencias cotidianas, d) La factibilidad de elaborar representaciones y ejemplos esclarecedores, e) La concordancia con las experiencias pasadas en términos de resultados efectivos, f) La capacidad de incorporar a los problemas nuevos, apoyos conceptuales procedentes de otras áreas del saber.

Dentro de las críticas hechas a este modelo, se alude que predice resultados no alcanzables en el aula de clase, y que la mayoría de los intentos educativos en él basados, hasta ahora han logrado poco éxito, e incluso han fracasado, demostrándose que las teorías elaboradas espontáneamente por los estudiantes se resisten a ser modificadas, sobreviviendo a muchos años de enseñanza formal, por lo que la

metodología que pretende generar el conflicto entre lo que ellos ya saben y aquello que el profesor les presenta, resulta insuficiente y ni siquiera útil (Sebastia, 1989).

Hewson y Thorley (1989) después de precisar los fundamentos del cambio conceptual, hacen una revisión crítica de las formas como el modelo ha sido usado y el tipo de evidencias empleadas con el fin de emitir un juicio en torno a la ocurrencia o no del cambio. Señalan que aquellos, orientados por la propuesta del cambio conceptual, no han considerado aspectos no cognitivos tan importantes como la estética, el problema del poder ligado al saber y elementos de la afectividad que tienen que ver con la satisfacción que produce el cambiarse a las nuevas concepciones. Todos ellos, de alguna manera u otra, inciden en la aceptación o rechazo de las mismas.

La otra crítica procede de Dreyfus y colaboradores (1990), cuando establecen que ciertos estudios muestran la preferencia por los cambios conceptuales puntuales, en estrategias de enseñanza que van de concepto en concepto, desconociendo que todas las teorías son totalidades en las cuales los conceptos se refieren y se definen unos a otros para dar un significado holístico y general al campo de experiencia del cual cada teoría da cuenta. Así pues, carece de sentido cualquier estrategia pedagógica y didáctica que pretenda ir paso a paso, sin remisión a la estructura general que a cada uno de los conceptos confiere su relevancia teórica y práctica.

La idea del cambio conceptual y metodológico

Para entender esta propuesta es menester comenzar por aquello que sus autores denominan la metodología de la superficialidad (Carrascosa Alis y Gil Pérez, 1985). Sostienen un cierto paralelismo entre el proceso de producción del conocimiento científico y el aprendizaje científico de los mismos, por lo que no es posible provocar en los alumnos un cambio conceptual sin que a la vez se produzca en ellos un cambio metodológico. Afirman que la mayor dificultad en la adquisición correcta de tales conocimientos, no radica en la existencia de preconceptos, sino en el de la metodología que se halla en los orígenes de éstos. En efecto, dicen que los alumnos tienen preconceptos, a menudo sólidamente integrados con evidencias de sentido común, ligados a una "metodología de la superficialidad", que lleva a los alumnos a dar respuestas seguras y rápidas, como consecuencia de generalizaciones aerificas elaboradas a partir de observaciones cualitativas. Esta metodología se halla

arraigada, dado que responde a las formas de atención y de reflexión habituales en el niño. Ella se traduce en certezas, en ausencias de dudas o de posibilidades de atender soluciones alternativas a las mismas observaciones.

Se puntualiza que si los alumnos son expuestos de manera reiterada a la aplicación de una nueva metodología, es decir concitados a plantear problemas precisos, a emitir hipótesis desde sus conocimientos previos, a diseñar experimentos y a analizar cuidadosamente los resultados, en la óptica de como afectan estos a los esquemas perceptuales iniciales, entonces, se supone, ellos podrán llegar a superar la metodología de la superficialidad y realizar los posibles cambios conceptuales en la adquisición que el conocimiento científico exige (Gil Pérez, 1986).

La valoración positiva que ha tenido entre profesores la propuesta del cambio conceptual y metodológico, ha llevado a agregarle el cambio actitudinal concomitante (Gene, 1991). Para tal efecto, el profesor debe diseñar estrategias de aprendizaje cuyos hechos no pueden ser explicados por el pensamiento de los alumnos. Tales situaciones pretenden generar un conflicto que, manejado por el profesor, sirva para que los estudiantes vayan construyendo nuevos conocimientos desde algoritmos metodológicos diferentes. Lo actitudinal es aquí tomado en términos de esquemas preparativos para la acción.

El paradigma de los esquemas alternativos

La profesora Rosalín Driver (1986), a partir de la psicología del aprendizaje del profesor Ausubel, reconoce las elaboraciones previas de los alumnos, los cuales denomina esquemas alternativos. Ella se aparta así de la idea de los errores conceptuales, por cuanto concibe esos esquemas alternativos como elaboraciones activas de la realidad que hace cada alumno debido a procesos de inducción, intuición e imaginación, a partir de la influencia del entorno socio cultural y la asimilación de los términos científicos tal como éstos significan en el lenguaje cotidiano.

Sostiene la profesora Driver sobre los esquemas mencionados que: a) Se hallan dotados de cierta coherencia interna, b) Se expresan en un lenguaje impreciso e indiferenciado, c) Aparecen en estudiantes de distintos medios y edades, d) Son persistentes y no se modifican en forma fácil mediante la enseñanza tradicional, e) No son simples construcciones ad hoc, sino elaboradas y permanentes, f) Todas las

dificultades de aprendizaje de los estudiantes no pueden ser atribuidas a las ideas intuitivas.

Ella sostiene que las concepciones constructivistas sobre el aprendizaje tienen en cuenta: a) Lo que hay en el cerebro de los estudiantes es importante, b) Ellos encuentran sentido a las cosas estableciendo relaciones entre ellas, c) Quien aprende construye significados en forma activa, d) Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

La estrategia pedagógica y didáctica que recomienda para lograr el cambio conceptual la divide en tres etapas, así: a) Identificación de las ideas que los alumnos poseen sobre la temática objeto de la enseñanza, b) Contrastación de sus ideas mediante el uso de contraejemplos, c) Introducción y construcción de los conceptos usados por la comunidad científica, d) Uso y aplicación de las nuevas ideas construidas.

El constructivismo humano

El programa de investigación que el profesor J. D. Novak desarrolla, tiene una fundamentación epistemológica en la propuesta de T. S. Kuhn y de S. Toulmin, consideradas por 61 como las más propicias para entender la problemática del constructivismo (Novak, 1988). Por otro lado, su fundamentación psicológica se encuentra en los desarrollos elaborados por el profesor Ausubel, en torno al concepto de aprendizaje significativo.

En efecto, los postulados de dicho aprendizaje significativo pueden resumirse de la manera siguiente: a) Lo que el alumno aprende se relaciona de modo no arbitrario, es decir de manera sustancial, con lo que él ya sabe; b) Debe estar dispuesto a relacionar, significativamente, los contenidos de su estructura cognoscitiva con el material a aprender, c) Ese material debe ser potencialmente significativo y lógicamente relacionable, de manera no arbitraria, no al pie de la letra, con la estructura previa de conocimiento, d) Ese material, para tal efecto, en su estructura interna debe ser organizado de manera intencional y sustancial por el profesor, para que sea relacionable con la estructura cognoscitiva del alumno, e) En síntesis, el profesor Ausubel recomienda que aquello que el alumno ya sabe cobra importancia cuando afirma que "el factor más importante en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averigüese esto y precédase en consecuencia" (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983).

El profesor Novak, con sus alumnos, ha desarrollado una estrategia metodológica basada en la construcción de mapas conceptuales, apoyados por la V heurística de Gowin (Novak y Gowin, 1988). Los mapas conceptuales son una representación bidimensional de una estructura cognoscitiva acerca de una temática particular. Ellos ayudan, a profesores y a estudiantes, a conocer lo que ya saben y a captarlos contenidos de aquello que se va a aprender. El aprendizaje significativo logrado se evidencia a través de la diferenciación progresiva y de la reconciliación integradora que hacen referencia a la precisión de los significados de los conceptos empleados para explicar fenómenos objeto de estudio y la relación explícita entre ellos, así como la expresión de la argumentación como un todo coherente e integrado.

La V heurística es una herramienta propuesta por B. Gowin para abordar, desde una situación experimental, el problema explicativo que implica un fenómeno desde una situación concreta. Las dos vertientes de la V se refieren a los componentes metodológicos y epistemológicos que hacen de lo abordado un problema que se justifica desde su concepción y de la forma de emprender su solución. En el vértice de la misma aparecen los objetos, acontecimientos y fenómenos sobre los cuales se hace el trabajo. En la parte central de la V, las preguntas focales, las cuales configuran la razón del trabajo y le dan a la empresa cognoscitiva el delineamiento apropiado. La relación entre estos cuatro componentes: la epistemología (marco conceptual), la metodología, los objetos sobre los cuales se formula el problema y las preguntas directrices de la problemática que se va a abordar, hacen de la V heurística un ejercicio mental para la construcción de nuevos significados de los conceptos científicos, no sólo desde su semántica sino desde su metodología de trabajo.

A manera de conclusión

Si bien no se ha hecho una relación exhaustiva de todas las variantes que direccionan hoy los programas constructivistas de investigación en la enseñanza de las ciencias, se deja sentado que es una concepción no dogmática, sin pretensiones universalistas. Es así, por cuanto reconoce que el conocimiento humano tiene su raigambre en las elaboraciones históricas que cada comunidad ha hecho desde sus presupuestos culturales, sociales, económicos y políticos, y los admite como válidos según sus propias normas de demostración. De ahí pues que, pedagógica y didác-

ticamente, parta de lo que el alumno ya sabe para diseñar cualquier estrategia con miras al cambio conceptual, metodológico y actitudinal.

Es eminentemente creativo, por cuanto exigiéndole a cada profesor un posicionamiento histórico y epistemológico del saber que pretende enseñar, lo concita a diseñar estrategias de enseñanza y de aprendizaje que parten de la caracterización de las elaboraciones hechas por los alumnos, en el horizonte de su integración a proyectos comunitarios.

En el campo de los saberes pedagógicos y didácticos esa misma apertura conllevaría necesariamente a la admisión de teorías locales en coexistencia dinámica y crítica, como si fuesen programas de investigación alternativos (más que paradigmas en competencia); en términos toulminianos, conceptos y poblaciones conceptuales introducidos históricamente que sus propias lógicas merced a los ideales explicativos y de actuación que cada comunidad de especialistas en pedagogía y didáctica se ha conferido a sí misma y dentro de la cual se constituye como una genealogía de maestros y discípulos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALIBERAS, J., GUTIÉRREZ, R. e IZQUIERDO, M. 1989. *La didáctica de las ciencias: Una empresa racional*. Enseñanza de las Ciencias, 7(3): 277-284.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. D. y HANESIAN, H. 1983. *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México, Editorial Trillas.
- CARRASCOSA ALIS, J. y GIL PÉREZ, D. 1985. *La metodología de ja superficialidad y el aprendizaje de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias. 4(1), 3-15.
- DREYFUS, et al. 1990. Applying the "cognitive conflict", *Strategy for conceptual change. Some Implementations, difficulties and problems*. Sciences Education, 74(5), 551.
- DRIVER, R. 1986. *Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias. 4(1), 3-15.
- ENGEL, P. 1993. ¿Puede la psicología cognitiva apelar a la psicología ordinaria? En: *Psicología ordinaria y ciencias cognitivas*. Barcelona, Editorial Gedisa.
- GALLEGO-BADILLO, R. 1993. *Discurso sobre el constructivismo*. Santafé de Bogotá, Rojas Eberhard Editores.
- GENE, A. 1991. *Cambio Conceptual y Metodológico en la Enseñanza y el Aprendizaje de ja Evolución de jos Seres Vivos. Un ejemplo concreto*. Enseñanza de las Ciencias, 9(1), 22-27.
- GIL PÉREZ, . 1986. *La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas*. Enseñanza de las Ciencias, 4(2), 110-112.
- GUTTEMPLAN, S. 1993. "Psicología de sentido común y ciencias cognitivas." En: *Psicología ordinaria y ciencias cognitivas*. Barcelona, Editorial Gedisa.
- HEWSON, P. y THORLEY, R. 1989. *The condition of conceptual change in class-room*. Journal of Science Education Vol. II Special Issue, 541-553.
- KUHN, T S. 1971. *La estructura de las revoluciones científicas*. México, Fondo de Cultura Económica.
- LAICATOS, I. 1983. *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid, Alianza Editorial.

- LECOURT, D. 1984. *El orden y los juegos. El positivismo lógico cuestionado*. Buenos Aires, Ediciones de la Flor.
- NOVAK, J. D. 1988. *El constructivismo humano. Un consenso emergente*. Enseñanza de las Ciencias, 6(3), 516-523.
- NOVAK, J. D. y GOWIN, B. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Editores Martínez Roca.
- POPPER, K. 1962. *La lógica de la investigación científica*. Madrid, Editorial Tecnos.
- POSNER, G., et al. 1982. *Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change*. Science Education, 66(2): 211-227.
- SEBASTIA, J. M. 1989. *El constructivismo: Un marco teórico problemático*. Enseñanza de las Ciencias, 7(2), 158-161.
- TOULMIN, S. 1972. *La comprensión humana*. Vol. I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid, Alianza Editorial.
- VÁRELA, F. J. 1990. *Conocer. Las ciencias cognitivas: Tendencias y perspectivas*. Barcelona, Editorial Gedisa.
- VIENNOT, L. 1976. *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. (Tesis doctoral). Université, Paris 7.