

Enseñanza de las Ciencias



PENSAMIENTO POSTFORMAL, REALIDAD Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*

Carlos Arturo Soto Lombana
Profesor Universidad de Nariño.

PRESENTACION

Los campos de la Pedagogía Constructivista y de la Psicología Cognitiva son, sin duda alguna, espacios de reflexión que están captando la atención de

una comunidad interdisciplinaria, que paulatinamente gana más importancia en la presente discusión sobre los problemas educativos.

Desde nuestro punto de vista, el espacio de intersección entre la Pedagogía Constructivista y la Psicología Cognitiva, se sitúa en la pregunta sobre los mecanismos y procesos de pensa-

miento que están presentes en el mismo acto epistemológico del aprendizaje.

Esta confluencia se ha hecho más fuerte, desde el momento en que los epistemólogos contemporáneos, pusieron de manifiesto el papel activo del sujeto en la construcción de los objetos de conocimiento; desvirtuándose el papel pasivo del

* Ponencia presentada en el Segundo Encuentro Nacional de Pedagogía Constructivista y Psicología Cognitiva, Manizales, agosto 10, 11 y 12 de 1993.

sujeto cognoscente ante la «realidad evidente», externa e inmodificable.

Al ser la relación sujeto-objeto un falso problema, por cuanto el objeto (llámese realidad o naturaleza) siempre está referido y «existe» en la medida que es pensado y modelado por el sujeto cognoscente, gran parte de la investigación educativa, teóricamente orientada, dirigió sus esfuerzos a esclarecer los procesos involucrados en el mismo acto epistemológico del conocer.

Cuando se habla de la investigación educativa teóricamente orientada, se quiere resaltar lo

imprescindible de una propuesta fundamentada, por parte de los docentes, acerca de los mecanismos y procesos que están presentes en todo acto de aprendizaje.

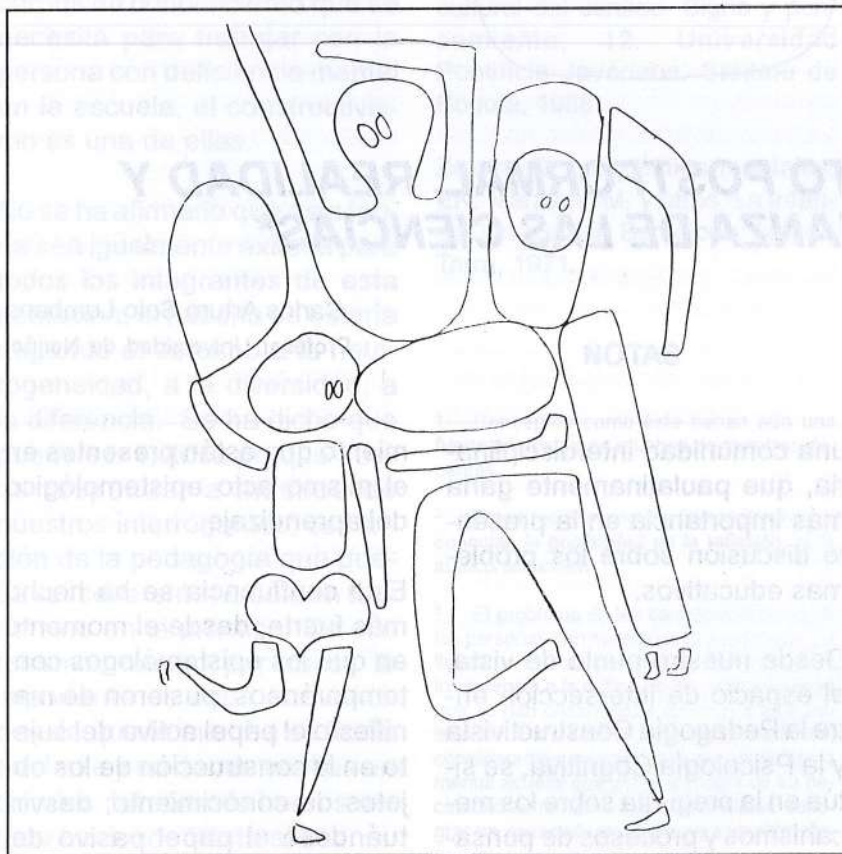
La investigación sobre el pensamiento postformal ha puesto en evidencia lo insuficiente que resultan los abordajes didácticos sin fundamentación, que tratan de facilitar la comprensión de una disciplina en particular; se requiere de una continua profundización en el esclarecimiento de las implicaciones epistemológicas que están ligadas a la producción de cualquier tipo de conocimiento.

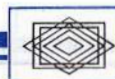
LA INVESTIGACION DEL PENSAMIENTO POSTFORMAL Y EL PAPEL DEL EPISTEMOLOGO GENETICO

La investigación en la línea del pensamiento postformal, en cierta forma, parte de un doble reconocimiento; el primero se refiere al papel activo del sujeto cognoscente en la construcción de la realidad; el segundo es consecuencia del primero, en la medida que el epistemólogo genético es quien formaliza e instrumenta lo que quiere «ver» en el sujeto que estudia.

Es decir, por un lado encontramos a un sujeto que construye su realidad a partir de un marco conceptual prefigurado, y en otro extremo se encuentra el epistemólogo genético estudiando a este sujeto, a partir de un marco conceptual también prefigurado, que le permite abstraer mecanismos y procesos de pensamiento de aquél.

La investigación sobre el pensamiento postformal, ha puesto en evidencia el papel activo del epistemólogo genético en el modelamiento del pensamiento de los sujetos. Más que una crítica a la conclusión piagetiana, acerca de que la madurez de los individuos está ligada con la consolidación de las operaciones formales, los epistemólogos del pensamiento postformal han mostrado que es posible pensar en mecanismos y procesos alternos al es-



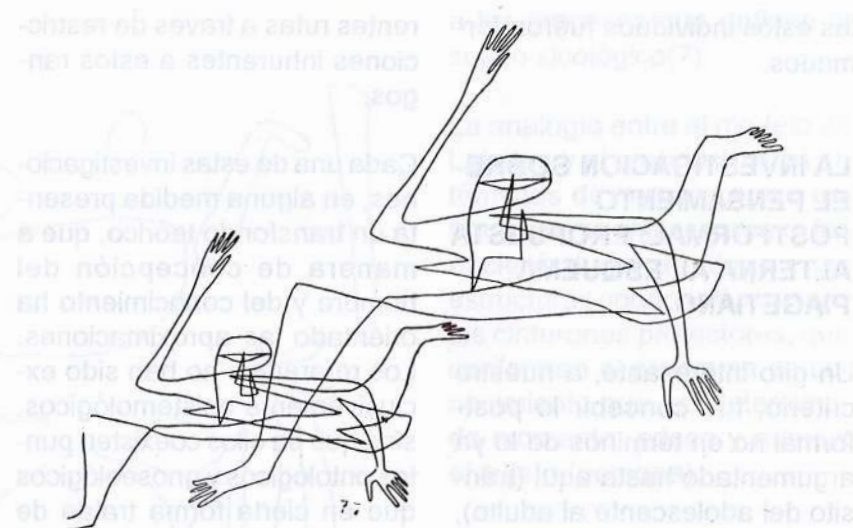


tadio de las operaciones formales descrito por Piaget; la fundamentación se ha hecho desde contextos muy diversos, que van desde aportes tomados de la filosofía griega, presocrática, enfoques dialécticos modernos como los de Hegel y Marx, hasta contribuciones provenientes de la ciencia contemporánea y del misticismo de oriente.

Para muchos educadores, el término «pensamiento postformal» puede ser desconocido; con él se recoge un gran número de investigaciones que tratan de responder qué ocurre después de las operaciones formales; es decir, qué ocurre en el tránsito del adolescente al adulto, partiendo siempre del supuesto que el esquema piagetiano es correcto.

Desde 1981, cuando se efectuó el primer simposio sobre pensamiento postformal en la Universidad de Harvard, la producción en esta línea de investigación ha avanzado significativamente, multiplicándose los puntos de vista de manera increíble e interesante(1).

La investigación sobre el pensamiento postformal, parte de interpretar la teoría de la equilibración de Piaget, no como un modelo de los determinantes funcionales de los estados de transición, sino como un intento para especificar los criterios que se deben tener en cuenta en el desarrollo cognitivo; como un proceso



continuo de estructuración y reconfiguración, que hace posible la reestructuración del estadio de las operaciones formales atendiendo a situaciones contextuales y conceptuales diversas, sobre todo en la transición del adolescente al adulto.

Como aspectos básicos de la perspectiva postformal con respecto a la piagetiana, se distinguen los énfasis en enfoques provenientes de la filosofía contemporánea y concepciones sobre la naturaleza de carácter probabilística y complementaria contra una concepción mecanicista y causística(2). Se coincide en considerar como rasgos fundamentales del pensamiento postformal, la puesta en evidencia de una naturaleza relativista del pensamiento, la aceptación de la contradicción como un rasgo fundamental de la realidad y el enfoque integral del pensamiento en oposición

a visiones mecanicistas y absolutas.

El hecho de que gran parte de la investigación sobre el pensamiento postformal, esté centrada en los mecanismos de transición del adolescente al adulto, en la transición del pensamiento formal a uno de naturaleza dialéctico, o de naturaleza sistémica, o de naturaleza unitaria, etc., permite apreciar que la formación profesional de los individuos (tanto del epistemólogo genético como del sujeto investigado) y el contexto, aporta nuevos compromisos epistemológicos, nuevas formas de ver el mundo y de actuar en él.

Las visiones del físico cuántico, del místico oriental, del ingeniero educado en la física clásica, del sicólogo conductista, etc., representan puntos de análisis diferentes, en algunos casos contrapuestos, propios de los paradigmas dentro de los cua-

les estos individuos fueron formados.

LA INVESTIGACION SOBRE EL PENSAMIENTO POSTFORMAL: PROPUESTA ALTERNA AL ESQUEMA PIAGETIANO

Un giro interesante, a nuestro criterio, fue concebir lo postformal no en términos de lo ya argumentado hasta aquí (tránsito del adolescente al adulto), sino en términos de pensar uno o varios modelos de desarrollo cognitivo(s) distintos al propuesto por Piaget. Esto no precisamente por disentir simplemente con el modelo piagetiano, sino por el reconocimiento de que es el epistemólogo genético quien formaliza los mecanismos y procedimientos que quiere ver en los sujetos; ante el problema de la comprensión de nuevos campos, que caen en el dominio de las ciencias naturales (teoría relativista y teoría cuántica), la propuesta epistemológica de Piaget no es suficiente.

Como lo plantea Koplowitz (Koplowitz, 1984), el problema no está centrado en decidir si la propuesta piagetiana es o no verdadera, más bien en si es viable dado el conocimiento científico actual. Muchos de los investigadores que trabajan en este campo han abordado desarrollos postpiagetianos y neopiagetianos desde diferentes rangos de la experiencia científica y han escogido dife-

rentes rutas a través de restricciones inherentes a estos rangos.

Cada una de estas investigaciones, en alguna medida presenta un trasfondo teórico, que a manera de concepción del hombre y del conocimiento ha orientado las aproximaciones. Los referentes no han sido exclusivamente epistemológicos, sino que en ellos coexisten puntos ontológicos y gnoseológicos que en cierta forma tratan de esclarecer el problema de la realidad y de la realidad objetiva principalmente.

LA REALIDAD MECANICO-CUANTICA Y LA NECESIDAD DE UNA POSTURA GENETICA ALTERNA

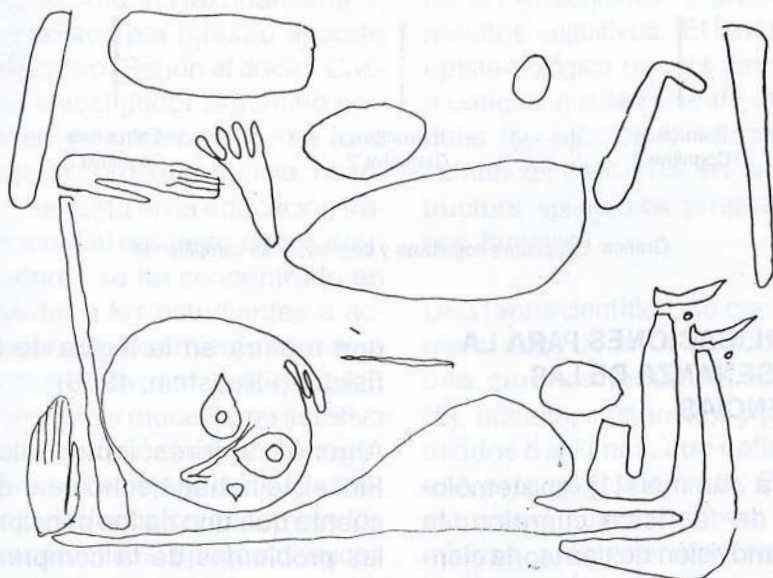
Piaget no se interesó por el interrogante ontológico referente a «qué es la realidad»; sólo le interesó lo que se obtiene de la realidad cuando un sujeto dirige sus esquemas cognitivos hacia el objeto para darle un significado; aunque la realidad existe, según Piaget, no es posible que sea conocida como tal por el sujeto. Esta falta de reflexión en torno al problema del conocimiento y la realidad, en cierta medida lo condujo a plantear que el «mundo externo» en el cual el objeto permanente existe es construido tempranamente por el niño. Para Piaget, la realidad es la que es compleja y la ve alejándose siempre del sujeto, en la medida que éste progresa en sus esquemas

cognitivos; el sujeto llega a conocer la realidad cada vez mejor, pero, no obstante, cada paso que avanza lo lleva a nuevos problemas, ya que el objeto se va haciendo más complejo.

Para un realista, es la realidad la que es compleja y la que lo interroga; en ningún momento, es permitido pensar que, más bien, es la visión que se tiene de la realidad la que es compleja y que es el sujeto cognoscente quien tiene la potestad de someterla a un test, construido por él, que le brinda información sobre aquélla(3).

Este tipo de argumento ha sido desarrollado con bastante amplitud por los físicos modernos; sin lugar a dudas la polémica más importante que se adelantó en este siglo, sobre el «Problema de la Realidad», fue sostenido entre el creador de la relatividad, Albert Einstein y uno de los creadores de la teoría cuántica, Niels Bohr, para quien los hombres de ciencia no son sólo espectadores de la naturaleza, sino que están tan estrechamente relacionados con la naturaleza que también son actores y artífices de ella.

De tal forma que el «mundo externo» no se presenta, no pretende presentarse, como algo ya definitivo, completamente consolidado e imposible de ser alterado; dado que no es posible situarlo al margen del hombre, ese «mundo externo» se transforma en la medida que



los marcos conceptuales de los hombres cambian. De aquí que exista una inseparabilidad entre el conocimiento y las posibilidades de adquirirlo(RAE, 1988).

Esta evidente diferencia manifiesta entre las posturas epistemológicas, en torno a la realidad y la acción del hombre sobre ella, ha permitido a epistemólogos, sicólogos y educadores, vincular dentro del marco de una teoría constructivista del conocimiento, los anteriores alcances de la física contemporánea y la sicología cognitiva(4). Se ha planteado que el conocimiento no es de naturaleza teleológica ni unidireccional; todo lo contrario, rutas alternas pueden existir en diferentes direcciones, en diferentes contextos socioculturales.

LA MULTIDIRECCIONALIDAD DEL DESARROLLO COGNITIVO

Una aproximación al pensamiento postformal, desde una postura epistemológica, fue realizada en la Universidad Pedagógica Nacional(5); el trabajo consistió en integrar planteamientos diversos de epistemólogos contemporáneos como JAMMER (Jammer, 1966) LAKATOS (Lakatos, 1984) y CHAPMAN (Chapman, 1968), creando un modelo epistemológico coherente sobre el pensamiento postformal.

Una distinción básica que se realizó fue entre estructuras cognitivas y estructuras cognoscitivas; las primeras se refieren a los procesos que definen al sujeto epistémico(6), en términos piagetianos, y las segundas

a los procesos que definen al sujeto sicológico(7).

La analogía entre el modelo de Lakatos y el propuesto está en términos de considerar las estructuras cognitivas como los núcleos duros de ideas y las estructuras cognoscitivas como los cinturones protectores, que conforman el programa de conocimiento que, en determinado momento, posee y maneja el sujeto (persona).

El programa de conocimiento (programa de investigación), representa la estructura epistémica desde donde el sujeto ve o construye la realidad; así, la cosmovisión que en determinado momento posee un individuo, acerca de la realidad, está íntimamente relacionada con la estructura cognitiva que posee.

Cada estructura cognitiva está relacionada con una lógica de razonamiento inherente, cuyo desarrollo está en alguna medida supeditado a factores de tipo social, cultural y a la misma experiencia, entendida como la ejercitación de ciertas habilidades de pensamiento.

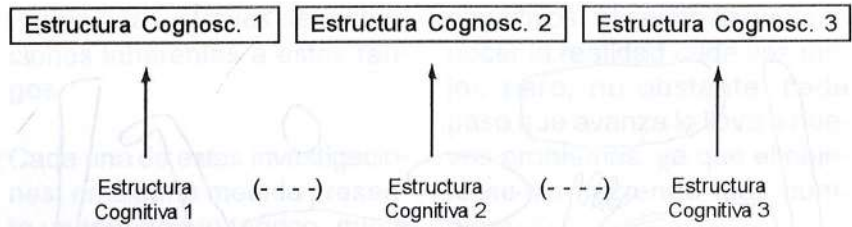
Un argumento en favor de esta posición lo hace Chapman(8), definiendo retrospectivamente el «progreso» del desarrollo cognitivo, en términos del incremento de la distancia del desarrollo cognitivo lejos de un estado inicial de referencia, más que teleológicamente en términos de disminución de la dis-

tancia, a través de un estado final predeterminado. El modelo es ilustrado tomando como base la contextualización del pensamiento operacional formal en en las culturas de oriente y de occidente.

La propuesta de Chapman, deja entrever la posibilidad, de que desarrollos cognitivos alternos puedan estar compitiendo, al mismo tiempo, en la estructura de consciencia(9) de un sujeto. Siguiendo la analogía planteada con el modelo de Lakatos se diría que existen diferentes programas de investigación con diferentes núcleos duros compitiendo.

La existencia de estructuras cognitivas alternas(10), diferentes a la piagetiana, pero jerárquicamente relacionadas con ésta, ha sido evidenciada por varios autores (Commons et al (Ed.), citado aquí). Cada estructura cognitiva posee una estructura cognoscitiva inherente, constituyéndose en el cinturón de protección que constantemente es sometido a la experiencia. Las estructuras cognoscitivas se componen o constan de las diferentes nociones, preconceptos o concepciones alternativas que un sujeto tiene sobre una disciplina científica en particular.

De manera gráfica se podría representar la multidireccionalidad del desarrollo cognitivo de la siguientes forma:



Gráfica: Estructuras cognitivas y cognoscitivas compitiendo.

IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

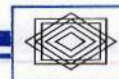
Para Jammer(11), epistemólogo de la física cuántica, la cosmovisión de una teoría científica se establece por la interrelación de cuatro elementos fundamentales: El formalismo matemático, la representación física, las relaciones epistemológicas y la lógica de razonamiento planteada por la teoría. Un cambio en alguno de estos componentes, tiene un efecto análogo a lo que Thomas Kuhn ha denominado cambio de paradigma, cambio revolucionario o ruptura epistemológica.

De las rupturas epistemológicas, ocasionadas desde la mecánica clásica hasta la mecánica cuántica, según David Finkelstein, la ruptura más profunda ha sido el cambio en la lógica de razonamiento. «La introducción de la complementariedad es una revolución de nivel más profundo que la dada por la relatividad especial o geometría no euclidiana. Esta es mi principal premisa: ha habido

una ruptura en la lógica de la física» (Finkelstein, 1969).

Algunos autores, entre ellos Finkelstein, han hecho caer en cuenta que uno de los principales problemas de la comprensión de la mecánica cuántica es el relacionado con el no uso o desconocimiento de la lógica de razonamiento inherente a ella. Según la profesora Mesa (Mesa, 1984), «es natural, pues, preguntarse si la raíz de muchas dificultades en la comprensión de los hechos cuánticos no proviene de la aplicación de la lógica clásica a un dominio donde ella se revela empíricamente falsa».

En una serie de investigaciones asumidas por nuestro grupo, con estudiantes de bachillerato y Universidad, se encontró que ningún sujeto de las muestras escogidas(12) manejaba de forma aproximada los elementos de la complementariedad cuántica, el indeterminismo y el análisis holístico, rasgos fundamentales de la nueva concepción de la realidad física; pensamos que la explicación de este comportamiento



está relacionado con los patrones de «buen Razonamiento», impuestos por nuestro aparato educativo. Según el doctor Castro, investigador argentino con quien en un momento se tuvo alguna correspondencia, hasta el momento en la educación tradicional el esfuerzo de los educadores se ha concentrado en ayudar a los estudiantes a acceder al pensamiento formal, a comprender un determinado concepto o mecanismo iterativo de resolución de problemas; pero se ha dejado de lado el trabajo pedagógico en torno a los compromisos epistemológicos demandados para la comprensión de determinada teoría. «La evidencia disponible muestra que los estudiantes no pueden entender tópicos que involucren mecánica cuántica y relatividad a menos que ellos sean capaces de razonar a nivel operacional post-formal» (Castro and Fernández, 1987).

Aunque algunas teorías constructivistas (como son la teoría del aprendizaje significativo de Novak y la teoría del cambio conceptual de Posner), tienen como fundamento ideas piagetianas y ausbelianas, lo mismo que planteamientos de filósofos contemporáneos como Kuhn, Lakatos o Toulmin, a nuestro criterio, orientan sus esfuerzos educativos para transformar las estructuras cognoscitivas y poco cuidado han puesto en las estructuras cognitivas.

En nuestro parecer, las estructuras cognoscitivas están su-

bordinadas a la estructuración de los mecanismos y procedimientos cognitivos. El análisis epistemológico nos ha llevado a concluir que la base de cualquier ley, principio o concepto científicos descansa en la estructura epistémica propuesta por Jammer.

Una teoría científica, se conforma a partir de la definición de una serie de metaconceptos (Ej. materia, sustancia), y postulados o axiomas, que definen una estructura abstracta. Esta estructura, según Jammer, comienza a obtener contenido fáctico en la medida que se desarrollen (una lógica de razonamiento, unas relaciones epistemológicas, un formalismo matemático, y una representación física; es decir, la cosmovisión de la teoría.

Esta cosmovisión es la que permite pensar en términos paradigmáticos, desarrollar una visión sobre la realidad, obtener una forma de actuar en ella; los conceptos científicos adquieren su significación en el momento en que se articulan desde el marco de una cosmovisión.

Como se puede deducir, sin la construcción de la cosmovisión, el trabajo en torno a leyes, principios y conceptos científicos no tiene mayor sentido. Desde nuestro punto de vista, esta construcción de la cosmovisión debe necesariamente afectar las estructuras cognitivas que definen al sujeto epistémico, que le permite tener una posi-

ción ante la realidad y una manera de actuar en ella.

En síntesis, en el marco conceptual de esta línea de investigación sobre el pensamiento post-formal, se considera que la enseñanza de las ciencias debe estar dirigida en el sentido de dar instrumentos de pensamiento, de razonamiento y de lógica que permitan al individuo acceder a la comprensión de la cosmovisión planteada por las teorías científicas, antes que el atiborramiento excesivo de contenidos que en nada contribuye al pensamiento espontáneo y la actitud científica de los sujetos.

NOTAS

¹ Los trabajos de investigación presentados en este simposio se recogen en el libro editado por Commos, Richards and Armon (Ed.), 1984, *Beyond Formal Operations. Late adolescent and adult cognitive development*. New York. Praeger Publishers. Una reseña de algunos enfoques sobre pensamiento postformal se encuentra en Soto et al, 1992, *Enfoques sobre el Pensamiento Postformal y sus implicaciones para la enseñanza de las ciencias*.

² Estos aspectos pueden ser ampliados en Soto, 1989, la cosmovisión mecánico cuántica y su relación con el pensamiento postformal. *Revista de Investigaciones, UNARIÑO, Volumen III, No. 4*.

³ Para Piaget plantear los problemas desde la perspectiva del sujeto era plantearlos mal. En ocasión de una entrevista que le hicieran sobre el problema de la causalidad y del por qué consideraba planteado mal, porque se partía de la perspectiva del sujeto (cómo explica el niño el movimiento de las nubes;) y no la del objeto». Ver Vuyk, 1984, *Panorama y crítica de la epistemología genética de Piaget. 1965-1980. Tomo I*. Alianza Universidad, Madrid.

⁴ Al respecto ver: Castro and Fernández, 1987. *Intellectual development beyond formal*

operations. *Int. J. Sei.* 9:441-447. Una traducción de este artículo se encuentra en revista *Clepsidra*, No. 3, 1989, Universidad Pedagógica Nacional.

⁵ En el marco de un programa de investigación más amplio, como lo son los obstáculos pedagógicos en el campo de la enseñanza de las ciencias, se efectuaron tres investigaciones sobre pensamiento postformal a saber: Soto y Caicedo, 1990. Diseño y aplicación de un modelo epistemológico sobre el pensamiento postformal fundamentado en el contexto cuántico; Sandoval, Delgado y Caicedo 1991 Determinación de estructuras de pensamiento sistémico, connotadas con elementos epistemológicos de la mecánica cuántica; Bonilla y Caicedo, 1991, Estudio comparativo entre el modelo de cambio conceptual de Posner y el modelo epistemológico de pensamiento postformal de Soto y su aplicación.

⁶ Para Piaget las características comunes de las estructuras de los sujetos (personas) que se hayan en el mismo nivel evolutivo definen el sujeto epistémico.

⁷ Según Piaget, la investigación sobre la conciencia y la solución de problemas, es de corte más psicológico que epistemológico, dado que se trata sobre los elementos que tienen en común los sujetos del mismo nivel evolutivo en sus mecanismos y funcionamiento y que lleva a la construcción del conocimiento y a la solución de problemas.

⁸ Citado aquí.

⁹ La estructura de conciencia sería la totalidad de estructuras (cognitivas y cognoscitivas) que definen al sujeto.

¹⁰ Cuando se habla de estructuras cognitivas se hace referencia a estructuras que subyacen a la conducta del niño y determinan lo que pueda hacer y pensar, estructuras que solo el científico formaliza, sin que el niño o el adolescente tenga un conocimiento consciente de las agrupaciones o grupos.

¹¹ Citado aquí.

¹² Las muestras de estudio en los trabajos de Soto Y Caicedo (1990), Sandoval, Delgado y Caicedo (1991) y Bonilla y Caicedo (1990) citados aquí fueron respectivamente: 1) Todos los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Química de la Universidad de Nariño, 2) Estudiantes de los grados décimo y undécimo del Instituto Pedagógico Nacional, y 3) Una muestra representativa de los grados sexto al undécimo del Instituto Pedagógico Nacional.

