

DE LA PSICOLOGÍA GENÉTICA A LA EPISTEMOLOGÍA GENÉTICA: UNA DISCUSIÓN DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Yefrin Ariza

RESUMEN

Cuando desde la didáctica de las ciencias se acude a los presupuestos piagetianos es común la referencia a las visiones tradicionales del aprendizaje prevaleciente durante la década de los setentas, y posteriormente, la integración de su propuesta durante los inicios de las posiciones constructivistas en la enseñanza de las ciencias. La epistemología genética fue tomada, en el campo de la educación, como una perspectiva psicologista que brinda marcos teóricos provenientes de las investigaciones empíricas realizadas con niños y que permitió el esclarecimiento, en su momento, sobre los desarrollos cognitivos en los estudiantes, a través del desarrollo de los diferentes estadios del pensamiento. Este marco teórico fue superado y dio paso a las investigaciones sobre el cambio conceptual, las ideas previas, la resolución de problemas. Sí se intenta superar la perspectiva psicologista, y entender la epistemología genética como una epistemología que se adhiere al movimiento de naturalización,¹ basada en las investigaciones alrededor de la acomodación y asimilación estructural en los niños, por un lado, y en la historia de las ciencias por el otro –esto es, asumiendo en serio dicha propuesta como una epistemología del conocimiento individual y colectivo, en procura de una explicación de la construcción del conocimiento científico–, es posible encontrarle un lugar en la didáctica de las ciencias alrededor de la línea de investigación de *Naturaleza de la Ciencia*. Aunque expondré brevemente las críticas que se le han realizado, no discutiré su superación o no, puesto que esto conlleva un amplio desarrollo teórico que por cuestiones de espacio no completaría. Me limito entonces a saltar dicha discusión fundamental y revisar su lugar en la didáctica de las ciencias, luego de superar dichas indagaciones.

PALABRAS CLAVE: Psicología genética. Epistemología genética. Didáctica de las ciencias.

INTRODUCCIÓN

La didáctica de las ciencias se ha venido desarrollando como disciplina autónoma durante la segunda mitad del siglo XX. A través dicho desarrollo recurrió a distintas disciplinas que complementaron la construcción de su marco teórico.

¹ Movimiento que se caracteriza por un consenso mínimo de renunciar a ciertos rasgos clásicos de la epistemología (AMBROGI, 1999).

Si tomamos como punto de partida estos referentes teóricos y rastreamos la recurrencia que ha tenido la didáctica de las ciencias a otras disciplinas, es posible entrever un acercamiento no solo a las propuestas psicologistas y cognitivistas, sino también un marcado acercamiento a la epistemología, acompañado de un distanciamiento a las disciplinas generales a las cuales se atribuía su pertenencia, como la didáctica general, la pedagogía o la educación.

Cuando se realiza una historización de la didáctica de las ciencias como disciplina, es común encontrar etapas distinguibles que fueron dando lugar a las perspectivas y líneas actuales de investigación. En general en las reconstrucciones históricas de las perspectivas piagetianas de investigación son ubicadas desde finales década de los sesentas (antes de los sesenta las posturas conductistas fueron el principal referente para las actividades de enseñanza de las ciencias) y ochentas, conformando hasta entonces la principal línea de investigación. Sin embargo, en su momento –podría decirse que también en buena parte de la comunidad educativa contemporánea–, la epistemología genética se entendió como una teoría del desarrollo cognitivo individual y recibió serias críticas principalmente del campo de la psicología. El lugar ocupado por la propuesta de Piaget dio lugar a nuevas perspectivas de investigación entre las cuales se encuentran las señaladas por Vigotsky (1979), Posner *et al.* (1982), Novak (1988), y las perspectivas epistemológicas que integraron las líneas de investigación posteriores en enseñanza de las ciencias, principalmente las propuestas historicistas de Kuhn (1962), Lakatos (1978), Toulmin (1972) y Feyerabend (1975).

En la actualidad, la didáctica de las ciencias cuenta con un amplio campo investigativo en el que se suelen identificar, algunas veces con claridad, las líneas principales de investigación didáctica en las que se incluyen tanto perspectivas psicologistas, cognitivas, epistemológicas, sociales y las perspectivas CTS (ciencia, tecnología y sociedad)². En este trabajo intento reflexionar en torno a la manera en que la propuesta de Jean Piaget encaminada a resolver los interrogantes surgidos desde la epistemología (entendida como teoría del conocimiento científico), a través de la exploración del desarrollo cognitivo de los niños, podría incluirse en las líneas actuales de investigación en la didáctica de las ciencias. Aunque expondré brevemente las críticas que

² En algunos contextos de investigación didáctica también se denominar como la perspectiva CTSA en la que se incluye además de la ciencia, la tecnología y la sociedad, al ambiente.

se le han realizado, no discutiré su superación o no, puesto que esto conlleva un amplio desarrollo teórico que por cuestiones de espacio no completaría. Me limito entonces a saltar dicha discusión fundamental y revisar su lugar en la didáctica de las ciencias, luego de superar dichas indagaciones.³ Sí bien, no asumo que deba incluirse como tal, debido en parte a las deudas esclarecedoras tanto en el campo epistemológico como en el campo psicológico luego de las diferentes críticas, sí postulo la posibilidad de nuevos retos para los simpatizantes piagetianos cuando se intenta incluir como contenido epistemológico en la didáctica de las ciencias naturales.

RECuento BREVE DE LA HISTORIA EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

A finales de la década de los 50' las propuestas conductistas eran la base de los modelos instruccionales en buena parte de la comunidad educativa, principalmente basados en la psicología asociacionista. Ya en 1960 se abrió paso a algunas de las propuestas presentadas por Jean Piaget, aun cuando el mismo autor no incluía, ni era su objetivo, su aplicabilidad a la educación de las tesis del desarrollo epistémico evolutivo del sujeto. Inclusive el mismo autor desautorizo a sus simpatizantes al intentar derivar sus postulados a las prácticas educativas. Sin embargo, buena parte de la comunidad desarrolló sus propuestas con el objetivo de lograr mayores alcances y desarrollos de los estadios del conocimiento expuestos en la obra de Piaget. La principal preocupación durante esa época de las investigaciones educativas era comprobar la existencia de dichos estadios en los estudiantes de los diversos niveles educativos, para posteriormente intervenir en el proceso de aprendizaje en búsqueda del desarrollo cognitivo en acuerdo con la idea de evolución estructural natural de los estadios piagetianos.

Buena parte de la comunidad educativa neopiagetana considero que el desarrollo del pensamiento operatorio formal era necesario en la aprehensión de contenidos de las diferentes disciplinas científicas. Cuando un estudiante no tenía éxito en estas disciplinas, se acordaba un cumplimiento insatisfactorio de este estadio de pensamiento. Aunque se

³ Esta opción que asumo no intenta obviar las discusiones fundamentales al interior de la epistemología genética. Las críticas principales son provenientes tanto de la psicología como de la epistemología, sin embargo, instaurado en la didáctica de las ciencias naturales, mi intención es reflexionar sobre una inclusión metateórica en el estado actual de la enseñanza de las ciencias.

desarrolló paralelamente, el surgimiento de la propuesta de Rosalind Driver a finales de los 80' fue el motor en la comunidad investigativa de una producción en masa de trabajos cuyo objetivo principal era la detección de las ideas que tenían los estudiantes antes de iniciar un proceso de aprendizaje. La tesis básica de estos estudios sostenía que los conceptos científicos no coincidentes con los científicamente aceptados son obstáculos para el aprendizaje de contenidos científicos aceptados. Este tipo de estudios denominaba a dichos conceptos de diferentes maneras: preconcepciones, mis concepciones, concepciones alternativas, conocimiento intuitivo. En 1984 la propuesta de Ausubel y Novak sobre la necesidad de vincular los contenidos de las disciplinas científicas a lo que los estudiantes ya saben renovó esta línea de investigación.

Para esta época lo importante era confirmar la existencia de las ideas previas respecto de los temas específicos de ciencias naturales en los diferentes niveles educativos. Las ideas fueron clasificadas según su resistencia al cambio, y el cambio mismo fue denominado cambio conceptual, constituyéndose como el objetivo primordial de la educación científica (GALAGOVSKY, 2007). La denominación que recibió de manera genérica esta propuesta fue la de las *ideas previas*. Es así como durante los noventa se multiplicó la productividad de las investigaciones encaminadas a la identificación y seguimiento de las ideas previas de los estudiantes, profesores e incluso científicos (GALAGOVSKY, 2007). El marco teórico por excelencia pasó a ser el *modelo de cambio conceptual* propuesto por Posner *et al.*, en 1982. A través de esta propuesta se logró establecer islotes de consenso entre los estudios de las ideas previas y los postulados piagetianos sobre la evolución cognitiva entre estadios de pensamiento. De hecho, el modelo de cambio conceptual presentado por Posner y sus colaboradores usaba términos claramente piagetianos, por ejemplo: conflicto cognitivo, acomodación y asimilación. Sin embargo, situaba estos términos en un contexto donde el conocimiento del contenido disciplinar específico (i.e. contenidos específicos de las disciplinas científicas) resulta fundamental para lograr un tipo de pensamiento que coincidiera, al menos en parte, con el del experto. Este modelo revalorizó el papel de los contenidos específicos de las ciencias como condición para el aprendizaje (GALAGOVSKY, 2007).

Los resultados generales de esta línea de trabajo exponían las principales dificultades del modelo. Las ideas previas se mostraban resistentes al cambio, se reproducían en

diferentes momentos y contextos del proceso educativo y el esperado cambio conceptual no se visualizaba cercano. La principal conclusión fue entonces que el desarrollo conceptual de los estudiantes es un proceso difícil de alcanzar. Los argumentos que exponían eran entre otros:

- grandes dificultades para generar el cambio conceptual en los estudiantes acaecidas por las investigaciones que lo pretendieron (MARIN, 1999; POZO, 2007)
- escasas o nulas evidencias a favor de la ocurrencia explícita y efectiva de dicho cambio (DUIT, 1999; MORTIMER, 1995)
- aparición constante de dichas concepciones en contextos cotidianos (DUIT, 2006; HALLOUN; HESTENES 1985)
- Críticas al abandono metodológico de otros factores, por ejemplo, las motivaciones de los estudiantes y los contextos educativos (PINTRICH; MARX; BOYLE, 1993; WEST; PINES, 1983),
- En línea con esto último, la restricción a lo conceptual, por sobre lo procedimental y actitudinal (GIL et al., 1999; SOLBES, 2009) o lo epistemológico y ontológico (POZO; GÓMEZ CRESPO, 1998).

Las críticas al *modelo de cambio conceptual* permitieron el advenimiento de posturas conciliatorias que aceptaban el hecho de que los sujetos pueden sostener diferentes marcos conceptuales mientras están aprendiendo y que la forma de abordar dichas concepciones era, en el peor de los casos, la búsqueda de su eliminación. Mortimer (1995) sugiere, por ejemplo, la existencia de diversidad de maneras de pensar que dependen de la diversidad de dominios sobre los cuales se aplican los conceptos. Linder (1993) aceptando la resistencia de las ideas previas y la reincidencia de las mismas en diversos niveles educativos y diversos contextos, propone como objetivo educativo que los estudiantes logren, primero distinguir las distintas concepciones y luego distinguir los contextos en los cuales se las aplica.

De los estudios de las ideas previas en los años '90 se relevaron una buena cantidad de resultados que además de indicar la multiplicidad de ideas con las cuales los estudiantes inician sus actividades educativas, mostraron una variedad de maneras de comprender la

ciencia. Sin embargo, los desarrollos investigativos se trasladaron a la identificación de las ideas que tienen los profesores no sólo de la ciencia, sino acerca de la ciencia. Es así como los estudios de las ideas previas conformarían la base para justificar las preocupaciones acerca de los conocimientos metacientíficos de los profesores de ciencias. En la actualidad existe un consenso respecto de la necesidad de incluir a la filosofía de la ciencia a las actuales líneas de investigación de la didáctica de las ciencias, la formación de profesores de ciencias y las prácticas de enseñanza de las ciencias de todos los niveles educativos, y el hecho evidente de que esta vinculación conlleva al fortalecimiento de las referencias fundamentales en las estructuras teóricas y prácticas que dirigen la enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de ciencias. Esto se convierte en el principal “cimiento” que dirige los estudios de una de las áreas de trabajo de mayor producción en esta disciplina, conocida como el área HPS –de *History and Philosophy of Science and Science Teaching*– (MATTHEWS, 1994) y en particular de una de sus líneas principales de trabajo conocida con el nombre genérico de *Naturaleza de la Ciencia* (NOS por sus siglas en inglés). La tesis principal de esta línea de investigación asume que toda persona que se acerque a las disciplinas científicas actuara de acuerdo a la imagen de lo que cree que es ciencia, o a la creencia respecto de la actividad de los científicos (GALAGOVSKY 2007).

Los resultados principales de esta línea de trabajo mostraron no sólo la variedad de concepciones epistemológicas presentes tanto profesores como estudiantes, sino también sus rasgos clásicos y eclécticos, más parecidas a concepciones precarias acerca de la ciencia cómo proceso y como producto. Además de identificar que dichas ideas sobre la ciencia aparecían en cualquier momento del proceso de enseñanza constituyendo un reto más importante cuando se pretende construir no sólo conocimientos científicos en las clases, sino también una imagen de ciencia adecuada.

En general, la línea NOS es en la actualidad es de las más fructíferas en el campo de la didáctica de las ciencias y a acrecentado los diálogos que ya desde mediados de los 80’ se habían establecido entre la didáctica de las ciencias naturales y los discursos metateóricos como la historia de la ciencia, la epistemológicos, la sociología de la ciencia, y más recientemente, los estudios antropológicos y cognitivos sobre la actividad científica.

REPASO A LA PROPUESTA EPISTEMOLÓGICA DE PIAGET

La epistemología genética se presenta como una teoría del conocimiento que busca explicar la constitución del conocimiento científico colectivo y del conocimiento individual, estableciendo los mecanismos comunes a ambos procesos (PIAGET; GARCÍA, 1980), en este sentido, para Piaget lo importante no son el tipo de estructuras del pensamiento, antes que eso, se preocupa por entender el proceso de asimilación y acomodación de los conocimientos. Jean Piaget desarrolla una serie de investigaciones epistemológicas (1950a, 1950b, 1950c, 1972, 1989) apoyándose en los estudios sobre la historia de la ciencia, y en los estudios de la psicología genética. Así, cuando hablamos de epistemología genética, estamos hablando de la historia crítica de la ciencia y los mecanismos comunes a los procesos de estructuración cuando el niño genera su conocimiento.

Piaget se enfoca en el estudio del conocimiento científico y su evolución, proponiendo como una explicación causal al proceso de formación de los sistemas de pensamiento individual y colectivo. Piaget dirige su estudio a los procesos de constitución del conocimiento válido. De acuerdo a esto, entiende que la validez de los conocimientos de la ciencia es la que históricamente han establecido las comunidades científicas, por tanto, su propuesta no es discutir sobre la validez de los conocimientos, sino explicar los procesos por los cuales estos conocimientos fueron producidos. Se pregunta sobre ¿cómo se pasa de un estado de menor conocimiento a otro de mayor conocimiento? Para responder esta pregunta se apoya en los estudios experimentales sobre las transformaciones de los conocimientos (Psicogénesis). En términos de Castorina (1995, p. 13): “es el Piaget epistemológico quien formula las preguntas, y la investigación psicológica es un instrumento para comprender el proceso de transición de los estados de conocimiento”.

Algunas de las principales tesis de la epistemología piagetiana son:

- Conocer un objeto no significa copiarlo, sino actuar sobre él. La intervención es el vehículo del conocimiento científico.
- Conocer es asimilar la realidad dentro de ciertos sistemas transformadores.

- Conocer es transformar la realidad para comprender la manera en que ciertos estados de cosas se han originado.
- “Conocer” significa construir sistemas de transformación que puedan ser aplicados en o con el objeto, en correspondencia más o menos adecuada de la realidad.
- El conocimiento, por tanto, es un sistema de transformaciones que resulta progresivamente adecuado para una comunidad.
- El conocimiento científico se encuentra en constante evolución, donde se distingue una continuidad de los procesos de asimilación y acomodación, pero no de las estructuras finales de dichos procesos. Esto es, en lugar de una “recapitulación” de la historia de la ciencia en la formación de ideas infantiles, se afirma un cierto paralelismo en el modo en que se construyen las teorías e hipótesis. No es el contenido de las ideas, sino su modo de formación y reorganización lo que puede conectar la historia de la ciencia y la génesis individual de los conocimientos.

Críticas a Piaget

La propuesta de Piaget recibió críticas desde la psicología, desde la epistemología y cuando se introdujo en las investigaciones educativas, también fue blanco de indagaciones de algunos autores influyentes como Kenneth Strike y George Posner (p.e., STRIKE; POSNER, 1983).

Desde la psicología las principales críticas realizadas a la teoría piagetiana se refieren especialmente a la precisión de sus etapas de desarrollo, se sostiene que muchos niños ponen en práctica sus operaciones mentales antes que otros, e incluso, hay personas que no llegan al estado de la operación formal o no llegan a aplicarla. También se criticó al concepto de “estructura cognitiva” y la manera en la cual se relacionan “estructura” y “contenido”. En este sentido, se vuelve problemático identificar o establecer cuando un sujeto tiene o no una estructura cognitiva determinada, o una competencia *del sujeto* específica. La existencia de soluciones a tareas cuya estructura es idéntica puede variar en un mismo sujeto dependiendo de las características del contenido, se convierte en un aliciente a dicho problema.

Desde la epistemología la problemática podía girar en torno a la relación de similaridad que Piaget sostenía entre la evolución del pensamiento de un niño y el desarrollo del pensamiento científico. En este sentido se propuso que los conocimientos del niño y de los científicos son incomparables, tanto en los procesos de construcción de hipótesis, la formulación de teorías, la precisión experimental y creatividad científica; eso sin tener en cuenta las diferencias evidentes de los contextos en los cuales se elaboran las teorías científicas y la producción del conocimiento infantil. Finalmente, se sostuvo que el contenido del conocimiento tiene radicales diferencias, ya que los científicos formulan teorías de un grado de abstracción y de sofisticación experimental, inalcanzables para los niños. Piaget entendía, en respuesta a estas cuestiones, que no era una simple analogía entre el niño y el científico, puesto que los procesos de adaptación a través de la asimilación y acomodación entre niños y científicos eran comparables en términos de procesos, más que de contenidos. Entendía entonces que tanto niños como científicos dan sentido al mundo al incorporarlo a sistemas de interpretación que logran sostener durante algún tiempo, superando contradicciones en procesos de evolución continua de desarrollo biológico e intelectual. Sin embargo, sus argumentos no fueron suficientes para dar solución, al menos en parte, a la discusión entre ontogenia y filogenia.

Desde la educación, es importante reconocer que la indagación sobre la evolución cognitiva que inicio Piaget tenía un propósito científico, por tanto, no debía realizarse respecto de los procesos de aprendizaje en un contexto escolar. Que sus aportes hayan sido importantes en el campo educativo, no significa que él se lo haya propuesto. Aun en contra de los intereses epistemológicos de Piaget y la distancia prudente que sostuvo a temas específicos de la educación, sus postulados pertinentes acerca del desarrollo cognitivo de los individuos producto de sus estudios en psicología genética fueron trasladados a la escuela y se plantearon interrogantes respecto de la analogía entre “descubrimiento” e “invención” con “estructuración”, en los aprendizajes individuales, pero no del aprendizaje escolar. Cuando fue aplicado este criterio en los contextos escolares se identificó la dificultad de algunos de los estudiantes para conceptualizar entidades abstractas, alejados de la mediación dialéctica con los profesores. Respecto de los *estadios de pensamiento*, la actitud pasiva de los profesores cuando detectaban “errores en los niños” a la espera de que ellos alcanzaran un estadio de pensamiento adecuado para la superación de estos problemas, limitó la actividad del profesor a un observador pasivo del desarrollo

intelectual de sus estudiantes. (GALAGOVSKY, 2010). Algunos de los aspectos de los mencionados *estadios de pensamiento* fueron rechazados por investigaciones posteriores a la propuesta piagetiana (POZO; CARRETERO, 1987), argumentando que el pensamiento formal no es universal, no todos sus esquemas se adquieren simultáneamente y el aprendizaje depende de la disciplina científica y de las concepciones previas que tengan los estudiantes.

LÍNEAS ACTUALES DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Cada vez son más los investigadores que entiende a la didáctica de las ciencias contemporánea como una disciplina autónoma, centrada en los contenidos de las ciencias desde el punto de vista de su enseñanza y aprendizaje (esto es, una disciplina de basamento mayormente epistemológico), y nutrida por los hallazgos de otras disciplinas ocupadas de la cognición y el aprendizaje (la psicología y las del área de la ciencia cognitiva (Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo, 2002). Aunque en sus inicios la didáctica de las ciencias identificaba su fundamento de las propias disciplinas científicas básicas y de la psicología del aprendizaje, en su desarrollo estableció rumbos variados que buscaban comprender y mejorar la enseñanza de las ciencias, vinculándose ahora a disciplinas como la epistemología, la psicología o la sociología. Esto contribuyó al establecimiento de la variedad de líneas de investigación que actualmente dinamizan la investigación didáctica. Lo anterior no implica suponer que el estudio de la enseñanza de las ciencias puede derivarse únicamente de las propias ciencias. En este sentido, el conocimiento didáctico no es deducible, sin más, del conocimiento psicológico, pero tampoco es el conocimiento didáctico completamente independiente del conocimiento psicológico. Lo mismo ocurre con los conocimientos epistemológicos y sociológicos, entre otros. Por tanto, la educación científica es entonces el campo de problemas estudiado de forma interdisciplinar por didactas de las ciencias, pedagogos, psicólogos, epistemólogos, lingüistas y otros profesionales (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO-AYMERICH 2002)

Estas disciplinas que acompañan a la didáctica de la ciencia como apoyo interdisciplinar se vinieron vinculando en etapas progresivas. Luego de esta progresión se llega a entender en la actualidad al aprendizaje como objeto de estudio, entendido como

una gestión de saberes en el aula. En este sentido es posible distinguir, por ejemplo, a los modelos psicológicos con los modelos didácticos por las diferencias entre sus intereses teóricos y prácticos, por un lado, y a la importancia que les asignan a los contenidos específicos (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO-AYMERICH 2002).

En general y durante su historia, la didáctica de las ciencias tuvo una evolución respecto de las nociones, procesos y contenidos alrededor de su objeto de estudio. Se puede decir que durante del desarrollo de la didáctica se pasó de estudiar los procesos de estructuración y asimilación de aprendizajes, transitando por los procesos de cambio conceptual y reemplazo de ideas y deteniéndose actualmente en los estudios alrededor de la importancia de los modelos en la enseñanza y en los procesos de modelización. En este mismo sentido, la enseñanza modifico su énfasis de trabajo, partiendo de “ideas previas”, pasando por “conceptos” hasta enfocarse hoy en día en los “modelos”. Estos objetos de estudio no desaparecen con el tiempo, se vinculan actualmente a las líneas y objetos de investigación prioritaria de la actual didáctica de las ciencias.

Los objetos de estudio, de manera general, en la actual didáctica de las ciencias, se podría decir que son (EDER; ADÚRIZ-BRAVO, 2001, p. 12):

1. El conocimiento científico (contenido central del aprendizaje académico); en lo que respecta a sus aspectos históricos, epistemológicos (concepción de la ciencia)
2. El conocimiento cotidiano (ámbito desde el que los profesores y estudiantes interactúan entre sí y con los contenidos).
3. La relación entre ambos. Como aprenden los alumnos (así como para el avance de las ciencias se hace necesario un cambio no solo conceptual sino también metodológico, en el aprendizaje de los alumnos es necesario plantear otros modos de construir el conocimiento. Se incorpora el estudio de la resolución de problemas.

Estos objetos de investigación son incorporados a las líneas de trabajo en esta disciplina, que en general, pueden ser las siguientes:

- El conocimiento profesional para la enseñanza de conocimientos científicos.

- La fundamentación de modelos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias: adquisición de conceptos, resolución de problemas y experiencia metodológica.
- Evaluación de aprendizajes y evaluación curricular en ciencias.
- Contexto: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente para la enseñanza/aprendizaje de las ciencias.
- Modelos y métodos de investigación en didáctica de las ciencias.
- Epistemología e historia de la ciencia. Naturaleza de la ciencia (NOS). Vinculación de contenidos metacientíficos a la enseñanza de la ciencia.

En la actualidad los didactas de las ciencias conciben que la línea de trabajo NOS, que comparte el nombre con el objeto sobre el cual reflexiona teóricamente, se ha tornado indispensable y vertebradora en la discusión sobre la calidad de la educación científica de la ciudadanía (MATTHEWS, 1994; McCOMAS, 1998; FLICK; LEDERMAN, 2004; ADÚRIZ-BRAVO, 2005). El consenso de la importancia de esta línea de trabajo tiende a reproducirse en campos profesionales cercanos a nuestra disciplina: especialistas en las propias metaciencias, investigadores educacionales, científicos en actividad, decisores y políticos de la educación, diseñadores del currículo de ciencias, formadores de formadores, divulgadores y periodistas científicos, y profesorado de ciencias de los distintos niveles educativos desde el infantil hasta el universitario (ADÚRIZ-BRAVO; ARIZA, 2012).

Dentro de esta productiva línea de trabajo los principales temas de investigación que reconoce Lederman (1992) son:

- La evaluación de las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia.
- La elaboración, utilización y evaluación de currículo destinados a mejorar estas concepciones.
- La evaluación de las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y los esfuerzos hechos para mejorarlas.

- Las relaciones entre las concepciones del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia, su práctica docente en el aula y las concepciones del alumnado sobre el tema.
- La elaboración de diversos instrumentos para evaluar estas concepciones y el desarrollo de las técnicas necesarias para su aplicación.

UN LUGAR PARA LA EPISTEMOLOGÍA GENÉTICA EN LA ACTUAL DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Es importante recalcar que desde un inicio la comunidad especializada en didáctica de las ciencias introdujo superficialmente los postulados expuestos por Piaget sobre los desarrollos cognoscitivos en los niños. Los simpatizantes piagetianos entendieron así, una interpretación alternativa de los objetivos básicos de la epistemología genética, como se menciono antes. En este sentido, el acercamiento psicologista generado desde la didáctica de las ciencias entraría en una primera contradicción con los principios básicos piagetianos sobre la epistemología genética, puesto que fue entendida únicamente como una teoría del desarrollo cognitivo del individuo y no en su esfuerzo de generar explicaciones epistemológicas respondidas empíricamente desde el desarrollo cognitivo de los niños.

Si tomamos la epistemología genética como una perspectiva fundamentalmente epistemológica y respetamos sus objetivos básicos –es decir, tomando la epistemología genética como una propuesta metacientífica perteneciente al campo de las epistemologías naturalizadas que brinda contenidos metacientíficos con valor para la enseñanza de las ciencias–, y en el caso de que esta propuesta llegase a superar las diferentes críticas hechas desde la epistemología, la psicología y cuando se introdujo en la educación científica, es posible proyectarla dentro de las actuales líneas de investigación en el campo de la enseñanza. Dentro de esta proyección, teniendo en cuenta el objetivo de una educación científica de calidad para todos y todas, es la línea de investigación NOS la que debiera asumirla, vincularla y trasladarla a las principales investigaciones sobre la inclusión de reflexiones metacientíficas a las aulas de clase.

En este sentido, los referentes epistemológicos de la línea NOS han ido tomando creciente distancia de la visión heredada, instalándose primero en la llamada nueva filosofía de la ciencia (KUHN, 1962; LAKATOS, 1978; TOULMIN, 1972; FEYERABEND, 1975), que aún hoy en día es muy citada, y moviéndose en los últimos años hacia las visiones más actuales, por ejemplo, la concepción semántica de las teorías. No es descabellado por tanto que la epistemología genética –con sus principales críticas a las nociones básicas del positivismo lógico y la concepción heredada– pueda ser incluida como uno de los marcos metateóricos de referencia para la didáctica de las ciencias.

CONCLUSIONES

El espacio ganado por la epistemología en el contexto investigativo de la didáctica de las ciencias naturales desde mediados de los 80' ha permitido vincular propuestas metateóricas tanto de la corriente historicista de la ciencia, como de versiones contemporáneas de la reflexión metacientífica, como es el caso del modelo cognitivo de ciencia de Ronald Giere, la propuesta axiológica de Javier Echeverría y más recientemente, el acercamiento de las principales versiones de la familia semántica (p.e. Suppe, van Fraassen, Suppes y la corriente estructuralista) (ARIZA, LORENZANO; ADÚRIZ-BRAVO 2016). Estas corrientes de la epistemología no se incluyen tal cual son formuladas en la epistemología erudita, se convierten en un marco teórico para la línea de investigación NOS, desde donde se reflexiona, selecciona y vincula los contenidos que pueden permitir una educación científica de calidad.

Si asumimos a la epistemología genética como un tipo de epistemología naturalizada que da respuestas a preguntas metateóricas sobre la construcción del conocimiento científico desde pruebas empíricas de la psicología genética, esto es, una perspectiva epistemológica que también puede proveer de contenidos metateóricos; para los simpatizantes piagetianos que procuren una línea de trabajo alternativa y de por sí interesante, la línea de investigación NOS es el espacio académico más que adecuado y pertinente desde el cual proyectar nuevos campos de problemas a la investigación didáctica, lo que permite superar las perspectivas piagetianas puramente psicologistas que fueron planteadas en la evolución de la didáctica de las ciencias como disciplina.

BIBLIOGRAFÍA

- ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. **Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 1, n. 3, p. 130-140, 2002.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. **Una Introducción a la Naturaleza de la Ciencias. La Epistemología en la Enseñanza de las Ciencias Naturales**. Fondo de Cultura Económica: Buenos Aires. 2005.
- ADÚRIZ-BRAVO, A.; ARIZA, Y. **Importancia de la filosofía y de la historia de la ciencia en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias**. En Monroy- Nasr, Z. (Ed.). Enseñanza de las Ciencias. DGAPA & Facultad de Filosofía Universidad Autónoma de México: México, p. 79-92. 2012.
- AMBROGI, A. **La filosofía de la ciencia. El giro naturalista**. Islas Baleares: Palma. 1999.
- ARIZA, Y.; LORENZANO, P.; ADÚRIZ-BRAVO, A. **Meta-Theoretical Contributions to the Constitution of a Model-Based Didactics of Science**. Science & Education, v. 25, n. 7, p. 747-773. 2016.
- CASTORINA, J. A. **El debate Piaget- Vigotsky: la búsqueda de un criterio para su evaluación**. En J. C. CASTORINA et al., **Piaget-Vigotsky: contribuciones para replantear el debate**. Buenos Aires: Paidós, 1995.
- DUIT, R. **Conceptual change approaches in science education**. En W. SCHNOTZ, S. VOSNIADOU; M. CARRETERO (Eds.). **New perspectives on conceptual change**. Amsterdam: Pergamon, p. 263-282. 1999.
- DUIT, R. **STCSE – Bibliography: Students’ and teachers’ conceptions and science education**. Kiel: IPN/Leibniz Institute for Science Education. 2006.
- EDER, M. L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. **Aproximación epistemológica a las relaciones entre la didáctica d las ciencias naturales y la didáctica general**. Tecné, episteme y didaxis, v. 9, p. 2-16. 2001.
- FEYERABEND, P. **Against Method: Outline of an Anarchist Theory of Knowledge**. London: New Left Books.1975.
- FLICK, L.; LEDERMAN, N. (Eds.). **Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education**. Dordrecht: Kluwer. 2004.
- GALAGOVSKY, L. (Ed.) **Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos**. Buenos Aires: Lugar Editorial. 2010.
- GALAGOVSKY, L. **Enseñanza vs. Aprendizaje de las Ciencias Naturales: El papel de los lenguajes y su impacto en la comunicación entre estudiantes y docentes**. Episteme, Tecné y Diaxis, número extra, p. 66-87. 2007.

GIL PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; DUMAS CARRÉ, A.; FURIÓ, C.; GALLEGO R.; GENÉ, E.; GONZÁLEZ, E. **¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?** Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 3, p. 503-512. 1999.

HALLOUN, I.; HESTENES, D. **Common sense concepts about motion.** American Journal of physics, v. 53, n. 11, p. 1056-1065. 1985.

KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions.** Chicago: Chicago University Press, 1962.

LAKATOS, I. **The Methodology of Scientific Research Programmes, Volume I,** Cambridge: Cambridge University Press. 1978.

LEDERMAN, N.G. **Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research.** Journal of Research in Science Teaching, v. 26, n. 9, p. 771-783. 1992.

LINDER, C. **A challenge to conceptual change.** Science. Education, v. 77, p. 293-300. 1993.

MARÍN, N. **Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual.** Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 1, p. 80-92. 1999.

MATTHEWS, M. **Science teaching: The role of history and philosophy of science.** Nueva York: Routledge, 1994.

MCCOMAS, W. (Ed.). **The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies.** Dordrecht: Kluwer. 1998.

MORTIMER, E. **Conceptual change or conceptual profile change?** Science & Education, v. 4, n. 3, p. 23-45/267-285. 1995.

NOVAK, J.D. **El constructivismo humano: hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos.** En PORLAN, R. GARCÍA, E. y CAÑAL, P. **Constructivismo y enseñanza de las ciencias.** Sevilla: Díada. 1988.

PIAGET, J; GARCÍA, R. **Psicogénesis e Historia de la Ciencia.** México: Siglo XXI. 1980.

PIAGET, J. **Epistémologie des sciences de l' homme.** Paris: Gallimard. 1972.

PIAGET, J. **Introducción a la epistemología genética: 1. El pensamiento matemático.** Buenos Aires: Paidós. 1950a. (ed. 1975).

PIAGET, J. **Introducción a la epistemología genética: 1. El pensamiento físico.** Buenos Aires: Paidós. 1950b. (ed. 1975).

PIAGET, J. **Introducción a la epistemología genética: 1. El pensamiento biológico, psicológico y sociológico.** Buenos Aires: Paidós. 1950c. (ed. 1975).

PIAGET, J.; GARCÍA, R. **Hacia una lógica de las significaciones.** Barcelona: Gedisa. 1989.

PINTRICH, P.; MARX, R.; BOYLE, R. **Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of change.** Review of Educational Research, v. 63, p. 167-199. 1993.

POSNER, G.J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W.; GERTZOG, A. **Acommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change.** Science Education, v. 66, n. 2, p. 211-277. 1982.

POZO, J. I. **Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional.** En POZO, J. I. y FLORES CAMACHO, F. (Ed). **Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia,** Madrid: OREALC-UNESCO/Universidad de Alcalá, p. 73-90. 2007.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. **Aprender y enseñar ciencias.** Madrid: Morata. 1998.

POZO, J.I.; CARRETERO, M. **Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?** Infancia y Aprendizaje, v. 38, p. 35-52. 1987.

STRIKE, K.; POSNER, G. **Conceptual Change and Science Teaching.** European Journal of Science Education, v. 4, n. 3, p. 231-240. 1983.

SOLBES, J. **Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): resumen del camino avanzado.** Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, v. 6, n. 1, p. 2-20. 2009.

TOULMIN, S. **Human Understanding, Volume 1: The Collective Use and Development of Concepts.** Oxford: Clarendon Press. 1972.

VYGOTSKY, L. S. **El desarrollo de los procesos psicológicos superiores.** Barcelona: Crítica. 1979.

WEST, L. H. T.; PINES, A. L. **‘How “Rational” is Rationality?’** Science Education, v. 67, n. 1, p. 37-39. 1983.