

Aportes de la Historia y la Filosofía de la Biología en la construcción de un Perfil Conceptual de evolución biológica

Germán Alberto Chaves Mejía

Resumen: La Historia y la Filosofía de la Biología como un campo metadisciplinar autónomo y específico se ha constituido en un insumo que puede realizar valiosos aportes al desarrollo de la didáctica de la biología. Por otra parte, uno de los campos de la didáctica de las ciencias que más se ha desarrollado en los últimos treinta años ha sido el relacionado con la exploración de las ideas sobre conceptos estructurantes de las ciencias escolares, tanto de estudiantes como de docentes en contexto de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, como ejemplo de estos enfoques se pueden mencionar las teorías didácticas de Cambio Conceptual y Perfil Conceptual. En este orden de ideas, el presente escrito argumenta desde una revisión de la literatura en el campo de la didáctica de las ciencias, cómo la metadisciplina Historia y Filosofía de la Biología podría relacionarse con la propuesta didáctica Perfil Conceptual en el contexto de la enseñanza y aprendizaje del concepto Evolución Biológica como un potencializador que puede mejorar la educación científica en general y la biología escolar en particular.

Para tal efecto, esta disertación discute en una primera parte las relaciones entre la Historia y Filosofía de la Biología con la didáctica de la biología. En una segunda parte se desarrollan los principales aspectos de la teoría de Perfil Conceptual para luego relacionarlos con la enseñanza y aprendizaje del concepto Evolución Biológica. En la última parte, y a manera de conclusión, se propone una ruta de construcción de un Perfil Conceptual de Evolución Biológica resaltando los aportes de la Historia y la Filosofía de la Biología en su desarrollo.

Abstract: The History and Philosophy of Biology as an autonomous and specific metadisciplinary field has become an input that can make valuable contributions to the development of the teaching of Biology. Moreover, one of the fields of Science education that has developed most over the last thirty years has been related to the exploration of ideas about structuring concepts of school science, both students and teachers in context teaching and learning of Science, as an example of these approaches may be mentioned didactic theories of Conceptual Change and Conceptual Profile. In this vein, the present paper argues for a review of the literature in the field of

Science education, how metadiscipline History and Philosophy of Biology could be related to the didactic proposal Profile Conceptual in the context of teaching and Biological Evolution learning concept as a potentiator that can improve Science education in general and school Biology in particular. To this end, this dissertation discussed in the first part the relationship between History and Philosophy of Biology with the teaching of Biology. In a second part it develops the main aspects of the theory of Conceptual Profile and then relate them to the teaching and learning of Biological Evolution concept. In the last part, and in conclusion, a path of building a Conceptual Profile of Biological Evolution highlighting the contributions of History and Philosophy of Biology in its development is proposed.

Resumo: A História e Filosofia da Biologia como um autónoma e específica metadisciplinar Torne-se um campo de entrada você pode fazer valiosas que as contribuições para o desenvolvimento do ensino de biologia. Além disso, uma das áreas de educação ciência que mais desenvolveu ao longo dos últimos trinta anos tem-se relacionado com a exploração de conceitos pensamentos Acerca estruturação de ciências da escola, alunos e professores no ensino e aprendizagem da ciência de contexto, como um exemplo desses abordagens podem ser mencionadas teorias didáticas de mudança conceitual e perfil conceitual. Nesse sentido, o presente trabalho defende uma revisão da literatura no campo da educação científica, como a história metadiscipline e filosofia da biologia poderia estar relacionada com a didática proposta perfil conceitual no contexto do ensino e da Evolução Biológica conceito de aprendizagem como um potenciador que podem melhorar a educação científica na biologia geral e escola em particular. Para este fim, esta dissertação discutidos na primeira parte a relação entre história e filosofia da biologia com o ensino de biologia. Em uma segunda parte, os principais aspectos da Desenvolve a teoria da Perfil Conceptual, em seguida, relacioná-los com o ensino ea aprendizagem do conceito de evolução biológica. Na última parte, e em conclusão, um caminho de construir um perfil conceitual da evolução biológica destacando a história e filosofia das Contribuições da biologia no seu desenvolvimento é proposto.

Introducción

Un gran volumen de investigaciones en educación en Ciencias Naturales han resaltado la importancia de la inclusión en los currículos, libros de texto y ejercicio docente de una perspectiva didáctica que incluya la Historia y la Filosofía de las Ciencias en los procesos de enseñanza y aprendizaje de estas, bajo el argumento de que mediante el desarrollo de esta perspectiva es posible potenciar una mejor comprensión de las ciencias, lo que

en términos prácticos para las sociedades se traduce en la posibilidad de fomentar una ciudadanía que posea una alfabetización científica adecuada (Matthews, 1991; Duschl y Gitomer, 1991; Adúriz Bravo *et al.*, 2002; Quintanilla *et al.*, 2005; Lederman, 2007; Niaz, 2011). En este sentido se puede inferir que el campo específico metadisciplinar, Historia y Filosofía de la Biología (HFB) no está ajeno a contribuir en el desarrollo de la didáctica de la biología lo que potencialmente pueda mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Biología.

Así mismo, uno de los campos más explorados en didáctica de las ciencias ha sido la indagación de las ideas previas de los estudiantes y docentes como también los análisis de las prácticas de aula, es así como en este contexto surgen teorías como la de Cambio Conceptual (CC) y la de Perfil Conceptual (PC) que pretenden mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los conceptos científicos estructurantes.

Desde esta perspectiva, esta disertación pretende en un primer momento relacionar los aportes de la HFB a la didáctica de la biología, entre los que se pueden destacar, desarrollo del conocimiento disciplinar específico, detección y tratamiento de dificultades en la comprensión de conceptos claves de la ciencia escolar, potenciar la enseñanza y aprendizaje de una adecuada naturaleza de la ciencia e implementación de teorías didácticas tendientes a mejorar la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. En un segundo momento se desarrollan las bases teórico-conceptuales, epistemológicas y metodológicas de la teoría de PC para luego argumentar la pertinencia de esta teoría para la comprensión de uno de los conceptos más importantes de la biología como lo es la Evolución Biológica (EB) (González, 2011 y Gagliardi, 1986). Esta disertación finaliza mostrando las mencionadas relaciones entre la HFB y la enseñanza del concepto EB desde la perspectiva teórica de PC que se ha constituido en una alternativa didáctica que potencialmente puede mejorar la educación científica escolar (Mortimer, *et al.*, 2014).

La Historia y la Filosofía de la Biología en relación con la didáctica de la biología

Este acápite tratará en primera instancia sobre las particularidades de la HFB como campo metadisciplinar específico y autónomo para luego argumentar desde situaciones concretas en el aula de Ciencias, los aportes de esta metadisciplina al desarrollo de la didáctica de la biología.

Características y especificidades de la Historia y la Filosofía de la Biología

La HFB es una de las metadisciplinas que más ha crecido en los últimos ochenta años (Byron, 2007). Entre las décadas de 1930 a 1950 las publicaciones centradas en este campo de la Filosofía e Historia de las Ciencias, representaron hasta un 9% del total de dichas publicaciones (Byron, 2007). Luego, para la década de 1970 surgieron los tratados; *La Filosofía de la Biología* de Michael Ruse (1979) y *Filosofía de las Ciencias Biológicas*, Hull (1978), que a su vez contribuyeron a fortalecer manifiestamente a la HFB como un campo autónomo y diferenciado de la filosofía de las ciencias y que allanó el camino al surgimiento de revistas especializadas que se dio entre los años 1980 al 2000, entre las que se destacan *Biology and Philosophy*, en 1986, *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* en 1998 y en el espacio iberoamericano *Ludus Vitalis* en 1993 (Diéguez, 2012).

Los temas tratados por la HFB van más allá de reflexiones puramente ontológicas y epistemológicas desde referentes históricos características de la filosofía de las ciencias como un campo metadisciplinar general. La HFB se enfoca en cuestiones conceptuales, teóricas, históricas y socioéticas referidas a aspectos muy concretos de la investigación biológica, entre las que se destacan: la definición de vida, el alcance de la evolución por selección natural, relaciones entre el darwinismo y religión, la posibilidad de leyes en biología, las explicaciones teleológicas en biología, los conceptos de especie, adaptación y gen, las unidades de selección, el determinismo genético y la validez de la sociobiología y la psicología evolutiva en las ciencias sociales. Como se puede evidenciar, entre los temas que más sobresalen al espectro de estudios de la HFB son los relacionados con la EB, lo cual se puede explicar con base en muchos argumentos ofrecidos por reconocidos biólogos y filósofos de la biología entre los que se pueden destacar los planteamientos de Dobzhansky (1973), quien expresa, «en biología nada tiene sentido si no es a la luz de la evolución» (p. 125), concepción compartida por otros expertos como Futuyama (2009), en correspondencia con el argumento de que «la perspectiva evolutiva ilumina cada tema en biología, desde la biología molecular a la ecología. Así, la evolución es la teoría unificadora de la biología» (p. 1).

En suma, se puede argumentar que la HFB es un campo metadisciplinar específico y autónomo de la historia y la filosofía de las ciencias que aborda cuestiones propias de la investigación biológica desde perspectivas histórico-filosóficas entre las que se destacan principalmente las relacionadas con

la teoría evolutiva. Esta metadisciplina, como se argumentará más adelante, puede hacer valiosos aportes a la didáctica de la biología.

La didáctica de la biología desde una perspectiva basada en la Historia y la Filosofía de la Biología

El propósito de este apartado es discutir bajo qué situaciones concretas de educación científica, la didáctica de la biología está relacionada con la HFB. Entre los principales argumentos que soportan estas relaciones se tienen:

- a. Soporte teórico-epistemológico a la construcción del conocimiento de la materia a enseñar.

El conocimiento de la materia o contenido disciplinar, que para el caso de la biología escolar se refiere a la estructura sustantiva y sintáctica de la biología, la cual consiste en la multiplicidad de maneras en que los conceptos y principios básicos de la biología son organizados en la estructura sustantiva y por otra parte en la estructura sintáctica y las maneras cómo se verifican o falsean, se validan o invalidan los contenidos (Shulman, 1986) pueden ampliar sus propósitos didácticos con los aportes de la HFB en tanto que esta metadisciplina permite contextualizar epistemológica e históricamente las formas en que los diferentes contenidos, temáticas, conceptos, principios, teorías y modelos en la biología se han desarrollado y validado, lo cual aporta criterios a los docentes sobre la selección, transposición y transformación de los contenidos para ser enseñados.

- b. Reconocimiento de dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la biología

El conocimiento de las peculiaridades históricas y filosóficas de la biología, puede aportar elementos significativos para la enseñanza, como son el reconocer las condiciones y obstáculos en la producción del conocimiento biológico, los cuales si bien no presentan un paralelismo exacto con los obstáculos que presentan los estudiantes al aprender ciertos conceptos biológicos, sí guardan algunas relaciones. En este sentido, es importante tener en cuenta la frase de Matthews (1991): «el pasado de la ciencia puede iluminar el presente del aprendizaje científico» (p. 147).

- c. Mejorar la comprensión de una adecuada naturaleza de la ciencia.

La HFB al ser asumida por el profesorado como una metadisciplina que aporta a los procesos didácticos, permite en el ejercicio docente hacer asequible a los estudiantes una comprensión adecuada de la naturaleza de la ciencia —que para el caso que convoca esta disertación es la naturaleza del conocimiento biológico—. De acuerdo con Lederman (2004) una adecuada visión de naturaleza de la ciencia se caracteriza por reconocer que

el conocimiento científico constituye una construcción social falible, provisional y determinada por factores sociohistóricos. Igualmente, la comprensión de la naturaleza de las ciencias mediada por las reflexiones y argumentaciones histórico-filosóficas puede humanizar las concepciones de ciencia y científico ya que resalta la importancia de las contradicciones, controversias, contextos y especulaciones que han permitido el desarrollo del conocimiento científico, lo que implica que el acercamiento de los estudiantes a la ciencia supere el imaginario popular de que el conocimiento científico es un saber abstracto obtenido por personas poseedoras de habilidades especiales a las de los sujetos del común.

Por otra parte, una visión histórico-filosófica de las ciencias enfatiza no solo en qué es la ciencia, sino también cómo se ha construido el conocimiento científico, lo cual redundará positivamente en la enseñanza y aprendizaje de la misma, ya que es precisamente la reflexión filosófica desde los contextos históricos lo que permite entender las tensiones epistemológicas y metodológicas que permiten el desarrollo científico, tensiones que de ser omitidas en la enseñanza de las Ciencias, como explican Duschl y Gitomer (1991), devienen si no en una visión distorsionada de la naturaleza de la ciencia, si al menos fragmentada de la misma.

4. Implementar teorías didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la Biología.

Las relaciones que existen entre el desarrollo histórico-epistemológico de la biología, es decir, cómo se ha consolidado el conocimiento biológico y los obstáculos que presentan los estudiantes para comprender los contenidos biológicos escolares se pueden abordar desde variadas perspectivas didácticas, a continuación se presentan dos perspectivas reconocidas, que ejemplifican estas relaciones: la de Cambio Conceptual (CC) y la de Perfil Conceptual (PC).

El modelo teórico de CC propuesto por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) se basa en el supuesto de que los estudiantes tienen ideas y concepciones relacionadas con los conceptos científicos, las cuales son consideradas como cotidianas, de sentido común, alternativas o en su defecto, erradas; dichas ideas podrían cambiar hacia conceptos científicamente aceptados dada la mediación del profesorado. En este sentido, conocer el desarrollo histórico y epistemológico de un concepto en una determinada disciplina como la Biología permite reconocer cómo se han superado ciertos obstáculos en la consolidación de un concepto científico, así, desde el modelo de CC se asume que las ideas alternativas de los estudiantes guardan una cierta relación y paralelismo con el desarrollo histórico y epistemológico de un concepto, por lo tanto reconocer cómo se han superado estos obstáculos históricamente podría, potencialmente, facilitar

los procesos de enseñanza que lleven a los estudiantes a un aprendizaje significativo de un concepto científico produciendo en los estudiantes un conflicto cognitivo que lleve a un Cambio Conceptual, es decir que cambien sus ideas alternativas hacia posiciones más cercanas a lo propuesto por el conocimiento científico.

Por otra parte, desde el modelo de PC el conocimiento histórico-epistemológico de un concepto es considerado importante ya que contribuye a la comprensión de la génesis de un concepto en el dominio sociocultural. En este sentido, los estudios históricos iluminan las posibles trayectorias seguidas en la construcción de un determinado concepto al describir los cambios que se produjeron a lo largo de la historia en su construcción. Los estudios epistemológicos, por su parte, ayudan a entender los diversos componentes que intervienen en el significado de un concepto, en particular, cuando se proporcionan los análisis filosóficos al respecto (Mortimer *et al.*, 2014).

Este conocimiento permite comprender cómo evolucionan las ideas sobre un concepto en las personas —estudiantes o profesores en el caso de investigaciones educativas—. Es importante resaltar que en el PC las ideas alternativas no se asumen necesariamente como obstáculos a ser erradicados en la construcción de conocimiento científico escolar, más bien, de lo que se trata al construir un Perfil Conceptual es inferir y tomar conciencia de la evolución de un concepto a través de la construcción de diferentes zonas de un perfil y determinar cómo las diferentes concepciones e ideas sobre un concepto pueden ser utilizadas en diferentes contextos. En la segunda parte de este escrito se ampliarán diversos aspectos de la teoría de PC.

Resumiendo, entre los principales aportes de la HFB a la didáctica de la biología se pueden destacar los siguientes: permite la construcción del conocimiento de la Biología como disciplina escolar, ayuda a los docentes a detectar dificultades de aprendizaje de la Biología en los estudiantes, contribuye a construir en los estudiantes una adecuada visión de naturaleza de la ciencia, permite la construcción de bases conceptuales, epistemológicas y metodológicas en teorías didácticas como las de CC y PC cuando se contextualizan en procesos de enseñanza y aprendizaje de la Biología.

Perfil Conceptual (PC) una teoría sobre la enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos: aportes a la enseñanza y aprendizaje de la Evolución Biológica (EB)

La teoría de PC se ha aplicado principalmente para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los llamados *conceptos estructurantes* (Gagliardi, 1988), los que se consideran claves en una disciplina científica

escolar, como lo es el caso del concepto Evolución Biológica (EB), el cual es fundamental para comprender la Biología.

Desde esta perspectiva en este apartado se revisarán sucintamente los orígenes, particularidades e implicaciones de la teoría del PC, seguidamente, se expondrán algunos aspectos de relevancia sobre las bases conceptuales, epistemológicas y metodológicas de esta teoría para finalizar argumentando la pertinencia del estudio del concepto EB desde la teoría de PC.

Orígenes, particularidades e implicaciones de la teoría del Perfil Conceptual

La teoría del PC emerge en 1995 en el campo de la educación en Ciencias, a partir de la publicación en la revista *Science & Education* del artículo «¿Cambio conceptual o cambio de Perfil Conceptual?» de autoría de Eduardo Mortimer. Luego de este, se han realizado investigaciones, en las que la estructura de conceptos científicos relacionados con la vida, la materia y la energía son estudiados desde la base teórico-metodológica de PC.

Una de las ideas principales sobre la teoría del PC se basa en el hecho de que las personas pueden exhibir diferentes maneras de ver y representar el mundo en diferentes contextos, las cuales se despliegan en un perfil que permite un acercamiento para comprender el mundo. Esta concepción es una alternativa a lo propuesto por la teoría de CC, que se caracteriza por proponer que para generar un aprendizaje del conocimiento científico, los estudiantes deben abandonar y superar sus ideas previas y conocimiento cotidiano del mundo.

Es así como desde la tensión que propone la teoría de PC, con respecto a otras teorías en didáctica de las ciencias, se plantean unas bases teórico-conceptuales, epistemológicas y metodológicas que soportan este programa de investigación, las cuales a continuación se desarrollan.

Bases teórico-conceptuales del Perfil Conceptual

En consecuencia con lo expuesto, en seguida se tratan los dos grandes pilares teórico-conceptuales del PC: cómo se entienden los conceptos y cómo el PC puede ser modelador del pensamiento y lenguaje en el aula de ciencias.

Los conceptos en la teoría de PC

Una aproximación comúnmente utilizada sobre qué son los conceptos es la que los refiere como modelos mentales de aprendizaje de un objeto o

evento (Wells, 2008). Desde esta perspectiva, los conceptos son estructuras o entidades mentales internalizadas por los sujetos, formando esquemas o modelos mentales, es decir, que se caracterizan por ser internos, estables y pertenecientes al individuo.

Otra perspectiva sobre la naturaleza de los conceptos, la cual es adoptada por la teoría de PC, propone, que los conceptos existen únicamente como parte de un lenguaje natural o de un sistema estructurado de conocimientos —como por ejemplo las ciencias—, constituyéndose en representaciones lingüísticas externas presentes en textos y lenguajes como constructos construidos socialmente. No obstante, en esta perspectiva se considera que existen procesos cerebrales individuales que permiten la conceptualización, pero puntualizando en que al tener un carácter social la formación de los conceptos, no pueden ser reductibles a meros procesos cerebrales individuales. Por otra parte, en esta perspectiva subyace un cambio ontológico en el entendimiento de los conceptos, con ocasión de que estos dejan de ser entidades para ser procesos —el proceso de conceptualización—, los cuales se pueden identificar con lo presupuestado por Vygotsky (1978) respecto a los procesos de pensamiento que generan las funciones mentales superiores.

Entonces, cuando se hace referencia a que una persona posee un concepto, en términos de Vygotsky (1931/1981), se está refiriendo en primera instancia a un proceso mental que primero aparece en el plano social como una categoría interpsicológica, y subsecuentemente aparece en el plano intrapsicológico —personal—. Sin embargo, es importante aclarar, que el proceso de conceptualización, no es simplemente una transferencia pasiva de la actividad social externa al dominio interior o psicológico del individuo, sino que se trata de un proceso activo de transformación que crea los procesos internos que permiten la emergencia de los procesos mentales superiores, posibilitando la aparición de los conceptos.

El PC como una teoría para modelar el pensamiento y lenguaje en contextos de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos

La teoría de PC se basa en que las personas exhiben diferentes maneras de ver y conceptualizar el mundo utilizando diferentes modos de pensamiento en diferentes contextos. Lo anterior produce una heterogeneidad de pensamiento que es propio de las culturas e individuos, y es el que la teoría de PC propone modelar, teniendo en cuenta el trasfondo sociocultural e histórico usado por las personas e individuos en un contexto o dominio dado (Mortimer, 1995, 2000).

En este sentido, los modos de pensar son maneras estables, pero también dinámicas que conceptualizan y generan compromisos ontológicos,

epistemológicos y axiológicos sobre un concepto dado, se construyen socialmente y generan diferentes maneras de concebir un concepto. Pueden ser ubicadas en diferentes zonas que hacen parte de un Perfil Conceptual (Mortimer *et al.*, 2014).

En este orden de ideas, los perfiles conceptuales son construidos para un concepto dado y están constituidos por diferentes zonas que representan un modo particular de pensar sobre un concepto. Los cuales están relacionados con las maneras de expresarse o hablar a cerca de él, constituyendo unas zonas del perfil que pueden variar en orden de importancia de un individuo a otro. Sin embargo, producen zonas o modos de pensar compartidos por individuos que constituyen una comunidad que comparten alguna base sociocultural común. Entonces, la importancia o relevancia que se da a cada zona del Perfil Conceptual es individual.

No obstante, la zona de pensamiento dentro de él es común a un colectivo social puesto que de lo contrario no podría generarse comunicación en los individuos de una comunidad. ¿Cómo podría hablarse en una comunidad de un concepto como el agua? Únicamente si existe una zona que genere unos compromisos ontológicos, epistemológicos y axiológicos del concepto los cuales deben ser compartidos por un grupo de individuos para que se posibilite el diálogo sobre ese concepto.

Bases epistemológicas de la teoría de PC

De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, la teoría del PC reconoce que un concepto puede ser tratado desde diferentes compromisos ontológicos, epistemológicos y axiológicos pertenecientes a diferentes comunidades que generan modos de pensar y hablar, que van desde lo cotidiano a lo científico. Discursos tales que están embebidos en bases socioculturales e históricas específicas, por lo que a su vez, cada manera de hablar y pensar no escatima su validez y reconocimiento. Por esta razón, la teoría de PC, resalta la necesidad de diálogo entre los significados cotidianos y los científicos, para desarrollar una comprensión conceptual de las ciencias, distinguiendo claramente entre las diferentes formas de conocimiento y los contextos en los que los mismos pueden ser más adecuadamente aplicados, puntualizando en que los modos de pensamiento y discurso no científico no son inherentemente inferiores a los científicos, pero sí diferentes. Lo anterior podría dar la impresión de que la teoría del PC estaría comprometida con una visión epistemológico-filosófica relativista. A diferencia de ello, la teoría de PC toma como base epistemológica el pragmatismo (Mortimer *et al.*, 2014). En los siguientes apartados se aclaran las posiciones epistemológicas, racionalismo y relativismo como

perspectivas no afincadas en la teoría de PC y el pragmatismo como una posición epistemológica adoptada por la teoría de PC.

Relativismo y racionalismo: compromisos epistemológicos que no son parte de la teoría de PC

El pensamiento racionalista estricto considera que existen criterios atemporales y universales para evaluar la validez de dos teorías rivales. Esta visión filosófica de las ciencias está basada en el falsacionismo popperiano, el cual no solo utiliza los criterios de falsación para evaluar teorías, sino también utiliza la falsación como criterio de demarcación entre lo que es ciencia y lo que no lo es. Para Popper la demarcación entre presupuestos científicos y no-científicos —los cuales incluyen, creencias, ideologías, metafísica, pensamiento cotidiano y sentido común— reside en la refutabilidad. Las proposiciones científicas deben ser refutables, es decir deben ser capaces de entrar en conflicto con posibles o concebibles observaciones.

En consecuencia, las teorías para considerarse como científicas deben pasar rigurosas pruebas empíricas y lógicas, lo que conlleva a que la meta de los científicos tiende a formular cada vez mejores teorías —teorías con mayor poder explicativo— para explicar algún fenómeno, ya que cada teoría que reemplaza a otra habrá pasado mejor el proceso de falsación y en este sentido las teorías se van perfeccionando lo cual es una visión comprometida con el progreso, el carácter universal y atemporal como atributos de la ciencia (Popper, 1962/2002).

Teniendo en cuenta las bases del racionalismo expuestas, es claro que estos presupuestos epistemológicos no hacen parte de la teoría de PC, ya que en esta se consideran los contextos, la historia y los aspectos socioculturales como factores fundamentales a tener en cuenta en la formulación de conceptos científicos.

En otro extremo epistemológico de la ciencia se encuentra el relativismo, posición que ha sido asumida por un sector importante de la comunidad perteneciente a la enseñanza de las Ciencias. Muchos investigadores en didáctica de las ciencias que trabajan desde el multiculturalismo se adhieren al relativismo al argumentar que la ciencia occidental moderna es solo un ejemplo de un gran número de otras ciencias igualmente válidas, es decir que otras maneras socioculturales e históricas de producir conocimiento por la humanidad se consideran igual de valederas y pertinentes que los conocimientos producidos por las ciencias occidentales modernas, las cuales son consideradas como «percepciones racionales de la realidad» (Pomeroy 1992; Ogawa 1995; 1998, citado por Mortimer *et al.*, 2014).

La teoría de PC si bien se acerca más a la visión relativista que a la racionalista, no trata precisamente de la validez ontológica de las diferentes formas de conocimiento como lo propone el relativismo, lo que trata es de clarificar los diferentes modos de pensar el mundo que están presentes en nuestras experiencias sociales, en reconocimiento a que precisamente el pensamiento es heterogéneo y por lo tanto precisa, proponer una manera sistemática para comprender las diferentes polisemias de un concepto para que así mismo, estas obtengan un lugar de diálogo en los diferentes contextos sin que se generen ambigüedades que dificulten la comprensión de los conceptos. La organización sistemática de las polisemias, se realiza mediante la construcción de narrativas e interpretaciones concebidas pluralmente para comprender el mundo, lo que se conoce como el giro lingüístico-pragmático-hermenéutico (Rorty, 1999 citado por Mortimer *et al.*, 2014). En el siguiente apartado se clarifican las relaciones entre el pragmatismo y la teoría de PC.

Pragmatismo: posición epistemológica adoptada por la teoría de PC

Los orígenes del pragmatismo se pueden rastrear desde la academia escéptica de la antigüedad clásica. Luego de varios siglos en la filosofía occidental moderna y bajo la influencia de varias escuelas filosóficas como la de Kant se proponen argumentos base del pragmatismo como por ejemplo «la creencia pragmática de la agencia moral» (Kant, 1991).

Si bien existen variadas formas de filosofía pragmática, muchas de ellas enfatizan en que la práctica y el discurso hacen parte de cualquier construcción cognitiva humana. El pragmatismo resalta que la eficacia práctica se puede utilizar como criterio de validez de alguna afirmación, siendo las explicaciones, descripciones y observaciones construidas sobre el mundo cognoscible, conceptualizaciones realizadas a través de la argumentación discursiva e indagación (El-Hani y Pihlström, 2002). Consecuentemente, la construcción del conocimiento toma forma a través de los conceptos que los humanos usan para describir y explicar el mundo, por lo que el conocimiento no se considera simplemente como un reflejo del mundo externo (Pihlström, 1996; Mitchell, 2003).

En cuanto a que la utilidad sea un criterio de validez en el pragmatismo, se debe entender esta como un juicio que va más allá de la aplicabilidad, práctica en un sentido utilitarista. El pragmatismo asume el compromiso epistemológico en el que los cuerpos de conocimiento deben ser reconocidos entera o parcialmente en términos de su eficacia pragmática, es decir, que para juzgar la eficacia pragmática de diferentes ideas y conceptos se debe entender que estas están enfocadas a un problema concreto y a unas

circunstancias específicas —contexto—. Lo anterior está fundamentado en la «máxima pragmática» propuesta por la escuela filosófica de Charles Peirce que propone que cualquier significado de un concepto tiene una aplicación en el mundo real, igualmente lo anterior es clave para entender el compromiso epistemológico de la teoría de PC con el pragmatismo debido a que esta teoría pretende modelar la heterogeneidad de pensamiento sobre un concepto, comprendiendo las diferentes zonas que exhibe un Perfil Conceptual, las cuales despliegan su eficacia pragmática dependiendo de los contextos de uso en los que puedan estar inmersas, por tanto la teoría de PC no se compromete con una postura relativista radical en la que «todo vale», es decir que cualquier conceptualización sobre un problema concreto es válida, por el contrario reconocer los contextos de uso de las diferentes zonas del perfil de un concepto para determinar su eficacia pragmática es el pilar epistemológico que diferencia al pragmatismo del relativismo en la teoría de PC.

Bases metodológicas de la teoría de PC

La metodología que propone la teoría de PC se basa en la máxima vygotskyana que establece que para comprender un concepto se debe acudir a la génesis del mismo, lo cual es posible con el estudio de los diferentes dominios genéticos que comprenden el concepto (Vygotsky, 1935; Wertsch 1985).

Desde esta perspectiva, la teoría de PC adapta los presupuestos de Vygotsky y propone tres dominios genéticos que permiten la comprensión de un concepto; primero, la dimensión sociocultural del concepto en la que aludiendo a referentes históricos y epistemológicos se argumenta cómo se ha desarrollado el concepto, segundo; en la llamada dimensión ontogenética, se propone indagar el concepto desde estudios que resaltan perspectivas como las concepciones alternativas, ideas previas, *misconceptions*, etc., que se han estudiado en diferentes contextos educativos y tercero, la dimensión microgenética, en la que a partir de datos empíricos obtenidos de instrumentos como cuestionarios, entrevistas, grabaciones de clases, entre otros, se pueden indagar ideas, concepciones y lenguaje usado por una muestra de personas —estudiantes, profesorado en formación, profesorado en ejercicio, etc.— sobre un concepto científico. Estas tres dimensiones están en relación dialéctica y permiten la construcción de un PC. Es importante aclarar que entre las dimensiones no existe una relación de jerarquía, sin embargo la teoría y metodología del PC es flexible en cuanto a que dimensiones del concepto pueden orientar la construcción del PC, en este sentido Mortimer *et al.*, (2014) proponen que un PC se puede construir desde las dimensiones microgenéticas y ontogenéticas desarrolladas desde datos empíricos para hacerlas dialogar con la dimensión sociocultural

—revisión histórico-epistemológica del concepto—, este tipo de estudios son de corte inductivo. Otra posibilidad es que la dimensión sociocultural oriente la comprensión de las otras dimensiones con el propósito de construir el PC del concepto, este tipo de enfoque es de corte deductivo y es el que se propone en la tercera parte de este escrito.

La Evolución Biológica, un concepto adecuado para la construcción de un Perfil Conceptual

En este apartado se resaltarán tres aspectos claves que evidencian cómo el concepto de Evolución Biológica es pertinente, adecuado y útil en la construcción de un Perfil Conceptual, que según Mortimer y El Hani (2014) son: primero, su relevancia como concepto central y estructurante en la enseñanza de la Biología, segundo, la polisemia del concepto desde su génesis histórico-epistemológica y tercero, su uso en variados ambientes lingüísticos como los escolares y cotidianos.

La Evolución Biológica, un concepto central, y estructurante en la enseñanza de la Biología

Muchas investigaciones en didáctica de la biología sostienen que la enseñanza de la teoría evolutiva es central, estructural y fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Biología, como indican González (2011) y Gagliardi (1986). Por otra parte, la comprensión de la EB favorece la formación de una ciudadanía científicamente alfabetizada, es decir, tiene importancia a la hora de entender fenómenos relacionados con la salud pública, el desarrollo agroeconómico, y biotecnológico posibilitando formar ciudadanos capaces de actuar de una manera crítica e informada en las sociedades. También hay que resaltar que el concepto EB soporta cuestiones claves de la biología como la existencia de lo vivo, la dinámica de lo viviente y la biodiversidad.

En relación con estos argumentos González (2011) dice: «la teoría evolutiva tiene implicancias de un alcance que excede ampliamente el dominio de la biología, afectando áreas tan dispares y relevantes como la ética y la epistemología. Este lugar central de la teoría de la evolución convierte su enseñanza en una cuestión de gran importancia, lo que justifica la investigación didáctica tendiente al desarrollo de mejores estrategias educativas» (p. 11), debido a esto, se puede considerar a la teoría evolutiva como abarcadora de gran parte del conocimiento biológico e incluso de otras áreas del conocimiento que no pertenecen a este dominio, lo que traducido en términos de la ciencia escolar propicia no solo el entendimiento de la biología, sino también la comprensión de las relaciones interdisciplinarias que genera esta ciencia con otras áreas del conocimiento.

La polisemia del concepto EB

El concepto Evolución Biológica dentro de la comunidad científica presenta variados significados que tienen su origen en diferentes momentos históricos y desde diferentes epistemologías. A continuación, se relacionan en el Cuadro 1 las polisemias científicas del concepto.

Cuadro 1: Algunas de las principales polisemias del concepto Evolución Biológica (EB)

CATEGORÍAS ONTO-EPISTEMOLÓGICAS	PRINCIPALES REPRESENTANTES
EB como cambio de los organismos en el tiempo producido por la naturaleza intrínseca de los organismos	Anaximandro, Aristóteles, Buffon, Schelling, Lamarck
EB como cambio de los organismos en el tiempo que los lleva a progresar, en el sentido de irse perfeccionando	Aristóteles, Lamarck
EB como desarrollo ontogénico —desenvolvimiento embrionario—	Charles Bonnet
EB como cambio de los organismos en el tiempo que los lleva a progresar, en el sentido de irse complejizando	Erasmus Darwin, Edward O. Wilson
EB como cambio de los organismos en el tiempo pero sin una direccionalidad hacia un progreso o complejización	Charles Darwin, Stephen Jay Gould
EB como cambios producidos por la selección natural de carácter heredable	Charles Darwin, Alfred Wallace
EB como cambios en las frecuencias génicas, heredables y principalmente producidos por la selección natural	Biólogos de la síntesis moderna

Uso del término evolución en diferentes ámbitos

Igualmente el término llano: evolución —sin el complemento biológico— presenta una alta polisemia en diferentes contextos cotidianos o no relacionados con la biología. A continuación, se relacionan algunos significados en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Usos del término evolución en contextos cotidianos, escolares o no relacionados con la biología

SEMÁNTICA DEL CONCEPTO EVOLUCIÓN	CONTEXTOS DE USO	EJEMPLOS
Progreso de una situación	Cotidiano, socioeconómico, ciencias sociales y humanas —psicología, sociología etc.—	<ul style="list-style-type: none"> - Nuestro matrimonio ha ido evolucionando, vamos mejorando en nuestras diferencias - La economía del país muestra una evolución satisfactoria - Los procesos de aprendizaje del niño han evolucionado hacia una mejor comprensión conceptual
Cambio o transformación gradual de algo	Cotidianos y académicos	Las lenguas romances como el francés evolucionaron del latín
Cambios hacia un estado definido	Ciencias no biológicas —astronomía, física, química—	<ul style="list-style-type: none"> - La evolución de las estrellas hace que se formen planetas - Evolucionó de un estado de menor entropía a mayor entropía

Propuesta para la construcción de un PC de EB desde los aportes de la HFB

Como se ha venido argumentando la HFB es una metadisciplina que puede aportar valiosos elementos teórico-metodológicos y epistemológicos a la didáctica de la biología. Desde este presupuesto, en este apartado final y a manera de conclusión, se propone una ruta para la construcción de un PC de EB resaltando las contribuciones de la HFB en la construcción del mismo. Para tal efecto se proponen de una manera sucinta aspectos claves en la construcción del dominio sociocultural del concepto EB y cómo este puede generar un diálogo con los otros dominios —el ontogenético y microgenético—. Luego se desarrolla un esquema de interacción dialógica entre los dominios genéticos que permita crear las bases teórico-metodológicas de un PC de EB el cual potencialmente permite generar un modelo explicativo

para comprender el pensamiento y lenguaje en el aula de ciencias en torno al concepto EB.

La dimensión sociocultural del concepto EB en diálogo con las dimensiones ontogenética y microgenética

Según Mortimer y El-Hani (2014) la construcción de la dimensión sociocultural se realiza indagando en diferentes fuentes históricas y epistemológicas el desarrollo del concepto, lo que suministra información que va a dialogar con las otras dimensiones del concepto —la ontogenética y microgenética— con el objeto de dar bases socioculturales que permitan desarrollar un PC.

El propósito de realizar estudios histórico-epistemológicos es contribuir a la comprensión de la génesis de un concepto en el dominio sociocultural, con el fin de permitir que se relacione con los otros dos dominios y dar una visión amplia de los procesos que explican la génesis de un concepto. En este sentido, los estudios históricos iluminan las posibles trayectorias seguidas en la construcción de un determinado concepto al describir los cambios que se produjeron a lo largo de la historia en su construcción. Los estudios epistemológicos, por su parte, ayudan a entender los diversos componentes que intervienen en el significado de un concepto, en particular, cuando se proporcionan los análisis filosóficos al respecto (Mortimer *et al.*, 2014).

Desde estos presupuestos se desarrolla a continuación de una manera sucinta y a modo de ejemplo una revisión histórico-epistemológica del concepto EB partiendo de la propuesta del reconocido biólogo evolutivo, historiador y filósofo de la biología Gould (2004) quién destaca en la estructuración de la teoría evolutiva cinco momentos históricos claves.

El primer momento lo constituyen las explicaciones sobre el mundo viviente no evolutivas de corte esencialista, propuestas por filósofos griegos de la antigüedad como Platón o Aristóteles hasta naturalistas de mediados del siglo XVIII como Linneo, Harvey y Paley pensadores quienes a pesar de algunas diferencias conceptuales comparten la explicación de que la biodiversidad de la Tierra se originó o de una manera sobrenatural, o como un proceso dirigido a un fin —teleológico— y en el que los organismos se consideran entidades inmutables.

En un segundo momento, desde finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, Buffon y otros naturalistas plantearon que era viable que los organismos no estuvieran establecidos desde la creación. En este contexto, Lamarck propuso una teoría de la evolución basada en la tendencia de los

organismos hacia la complejidad y los cambios heredables en los organismos por el uso y el desuso.

El tercer momento atraviesa el siglo XIX, en el que se consolida la teoría evolutiva darwiniana, la cual fue propuesta de manera independiente por Darwin y Wallace y plantea que toda la biodiversidad del planeta se originó de uno o unos pocos antepasados y que el principal mecanismo de cambio evolutivo es la selección natural.

El cuarto momento lo constituye un periodo comprendido entre principios del siglo XX hasta 1940 llamado el *eclipse del darwinismo* (Bowler, 1985), en el que se cuestionó la validez del mecanismo evolutivo de la selección natural. No obstante, luego de este *eclipse* se consolidó la teoría sintética de la evolución, entre 1940 y 1950, la cual se caracteriza por aceptar ampliamente la selección natural y proponer la fusión entre el darwinismo con la naciente disciplina biológica conocida como la genética —neodarwinismo—.

El quinto momento se da desde la década de 1960 hasta nuestros días, ya no se cuestiona el mecanismo evolutivo de la selección natural pero sí su omnipotencia explicativa de la EB. En este contexto surgen controversias a la teoría sintética de la evolución y el neodarwinismo, entre las que se destacan, críticas a las explicaciones evolutivas sesgadamente gradualistas (Eldredge y Gould, 1977), críticas al programa adaptacionista (Gould y Lewontin, 1979), se proponen nuevos mecanismos de especiación como la simbiosis (Margulis y Sagan, 2003), se considera la evolución horizontal, la evolución molecular y las teorías evolutivas del desarrollo (Sampedro, 2007).

Desde diversos estudios de ideas alternativas —dimensión ontogenética— y estudios empíricos —dimensión microgenética— sobre EB en contextos educativos (Jiménez, 1991; Gene, 1991; Sánchez, 2000; Kompourakis, 2014) los compromisos ontológicos y epistemológicos que plantean el primer, segundo y en parte el tercer momento de esta revisión se han considerado como obstáculos para una comprensión actualmente aceptada de la EB. No obstante, desde la teoría de PC la comprensión de estos compromisos puede ser considerada como una oportunidad para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la EB y de la biología desde la comprensión de las ideas de estudiantes y docentes al tratar el concepto en contextos de aula.

A continuación en la Figura 1 se esquematizan las relaciones dialógicas que permiten el diálogo entre las tres dimensiones con el propósito de construir un PC de EB.

Figura 1. Construcción de las dimensiones del PC de EB
(adaptado de Sepúlveda, (2009))



Ahora bien, una vez construido el PC de EB este será el insumo teórico-metodológico para el estudio del concepto, y dependiendo de los intereses del investigador se puede aplicar para explorar las ideas en estudiantes o docentes en torno al concepto, o cómo es tratado el concepto en libros de texto o currículos de ciencia escolar. Lo anterior ayuda a comprender un sinnúmero de peculiaridades de las dinámicas de enseñanza y aprendizaje del concepto EB que sin lugar a dudas propenderán por una mejora en los procesos educativos de la Biología en particular y en términos generales de las Ciencias Naturales.

Referencias

- Audúriz Bravo, A.; Izquierdo, M. & Stany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de Ciencias en formación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 465-476.
- Bowler, P. (1985). *El eclipse del darwinismo. Teorías evolucionistas antidarwinistas en las décadas en torno a 1900*. Barcelona: Labor.

- Byron, J. (2007). Whence Philosophy of Biology? *British Journal for the Philosophy of Science*. 58, pp. 409-422.
- Diéguez, A. (2012). *La vida bajo escrutinio*. Madrid: Buridan.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. En: *The American Biology Teacher*, 35, pp. 125-129.
- Dushl, R. A. & Gitomer, D. H. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implication for Educational Practice. *Journal of Research in Science Teaching*. 28, pp. 839-858.
- Eldredge, N. & Gould, S.J. (1977). Punctuated Equilibria: The Tempo and Mode of Evolution Reconsidered. *Paleobiology*, 3(2), pp. 115-151.
- El-Hani, C. N., & Pihlström, S. (2002). Emergence Theories and Pragmatic Realism. *Essays in Philosophy*, 3(2).
- Futuyma, D. (2009). *Evolution*. Sunderland: Sinauer Gaeta.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 4(1), pp. 30-35.
- Gené, A. (1991). Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), pp. 22-27.
- González, L. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural*. Universidad de Buenos Aires: Buenos Aires, Argentina.
- Gould, S. J. & Lewontin, R. C. (1979). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. *Proceedings of the Royal Society of London*, 205, (pp. 581-598).
- Gould, S. J. (2004). *La estructura de la teoría de la evolución*. Barcelona: Tusquets.
- Jiménez, A.M.P. (1991). «Cambiando las ideas sobre el cambio biológico». En: *Enseñanza de las Ciencias*. 9(3), (pp. 248 -256).
- Margulis, L. y Sagan, D. (2003). *Captando genomas. Una teoría sobre el origen de las especies*. Barcelona: Kairos.
- Hull, D. (1978). *La Filosofía de las Ciencias Biológicas*. Madrid: Alianza.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. En Abell, S. & Lederman, N. *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah (New Jersey): Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Kampourakis, K. (2011). Teaching About Adaptation: Why Evolutionary History Matters. *Science & Education*, 22(2), (pp. 173-188). doi:10.1007/s11191-011-9363-2.
- Kant, I. (1991). *Antropología*. Madrid: Alianza.
- Matthews, M. R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 3(11-12), 141-156. doi:10.1080/02147033.1991.10820987
- McComas, W. F. (1996). Ten Myths of Science: Reexamining What We Think We Know About Nature of Science. *School Science and Mathematics*, 96, (pp. 10-16)
- Mitchell, S. D. (2003). *Biological Complexity and Integrative Pluralismo*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual Change or Conceptual Profile Change? En: *Science & Education*, 4, (pp. 265-287).
- Mortimer, E. F., Scott, P., Ribeiro do Amaral E. & El-Hani, C. (2014). Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of a Research Program. En Mortimer, E. F. y El-Hani, C. (Ed). *Conceptual Profiles A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts* (pp- 3-35). New York: Springer.
- Niaz, M. (2011). *Innovating Science Teacher Education: A History and Philosophy Perspective* (p. 289). New York: Routledg.
- Pedrerros, R. (2012). Dimensión del Perfil Conceptual en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias. En A. Molina (compiladora), *Perspectivas epistemológicas, culturales y didácticas en Educación en Ciencias y la formación de profesores: Avances de investigación*. (pp. 111-148).
- Pihlström, S. (1996). Structuring the World: The Issue of Realism and the Nature of Ontological Problems in Classical and Contemporary Pragmatism. In *Acta Philosophica Fennica* (Vol. LIX). Helsinki: The Philosophical Society of Finland.
- Popper, K. (1962-2002). *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge* (2 nd ed.). London/New York, NY: Routledge.
- Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. & Gerzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education* (66), (pp. 211-227).
- Quintanilla, M., Izquierdo, M. y Adúriz Bravo, A. (2005). Avances en la construcción de marcos teóricos para incorporar la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de Ciencias Naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VII Congreso, (pp. 1-4).

- Sampedro, J. (2007). *Deconstruyendo a Darwin: los Enigmas de la evolución a la luz de la nueva genética*. Crítica: Barcelona. (p. 293).
- Sepúlveda, C. y El-Hani, Ch. (2009). *Construcción de Perfil Conceptual de adaptación y análisis de la dinámica discursiva en contextos de enseñanza de la evolución*. (Tesis de doctorado). Salvador: Universidad Federal de Bahía, Facultad de Educación.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), (pp. 4-14).
- Vygotsky, L. S. (1931-1981). The Genesis of Higher Mental Functions. In J. V. Wertsch (Ed.), *The Concept of Activity in Soviet Psychology* (pp. 144-188). Armonk, NY: Sharpe.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wells, G. (2008). Learning to Use Scientific Concepts. In: *Cultural Studies of Science Education*, 3, (pp. 329-350).
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the Social Formation of Mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.