

# LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA (EB) CON LA PERSPECTIVA TEÓRICA DEL PERFIL CONCEPTUAL: IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO

## Teaching and Learning Biological Evolution (BE) with the Theoretical Perspective of Conceptual Profile: Implications for Teachers' Continuous Training

Germán Alberto Chaves Mejía<sup>1</sup>

Fecha de recepción: 29 de marzo de 2016

Fecha de aprobación: 9 de mayo de 2016

### Resumen

Este escrito tiene como fin presentar una alternativa didáctica denominada *perfil conceptual* en la formación continua de los docentes de ciencias, la cual tiene como objetivo mejorar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos. El concepto desarrollado con esta perspectiva didáctica es el de *evolución biológica*. Para tal efecto, la presente disertación desarrolla cuatro puntos clave: (1) se exponen aspectos teóricos y metodológicos de la teoría del perfil conceptual; (2) se presentan las características que permiten hablar de la pertinencia del concepto de evolución biológica para la construcción de un perfil conceptual; (3) se proponen aspectos metodológicos a través de una ruta de construcción de las tres dimensiones del perfil conceptual de evolución biológica; a saber, las dimensiones sociocultural, ontogenética y microgenética, las cuales, de manera dialógica, establecen un perfil conceptual de evolución biológica que genera un modelo explicativo para comprender el pensamiento y el lenguaje en el aula de ciencias en torno al concepto mismo; (4) a manera de conclusión, se evidencia la importancia de las relaciones entre esta alternativa didáctica y algunos aspectos de la formación continua de profesores.

**Palabras clave:** perfil conceptual, evolución biológica, formación de profesores, conceptos científicos, enseñanza de las ciencias, aprendizaje de las ciencias

1 Este escrito se presenta en nombre del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE), sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Énfasis en Educación en Ciencias, y el Proyecto de Cooperación Científica Internacional (PCCI) CONICYT-COLCIENCIAS PCCI130073, *Caracterización de un modelo de formación continua de profesores de Ciencias Naturales con base en la promoción de Competencias de Pensamiento Científico. Su aporte teórico y metodológico al mejoramiento de la educación científica en Chile y Colombia con base en la investigación en didáctica de las ciencias.*

Autor: Germán Alberto Chaves Mejía. Biólogo (U. Nacional), Especialista (U. Pedagógica), Magister (U. Nacional), Doctorando (U. Distrital Francisco José de Caldas). Contacto: germanchavesmejia@yahoo.com.

## Abstract

This paper aims to present an educational alternative called *conceptual profile* in continuing training of science teachers, whose goal is to improve teaching and learning of science concepts. The concept developed from this perspective is the teaching of *biological evolution*. For this purpose this dissertation develops four key points: (1) theoretical and methodological of conceptual profile theory aspects are discussed; (2) the characteristics that allow talking about relevance of biological evolution concept for building of a conceptual profile are presented; (3) methodological aspects are proposed through a construction route of three dimensions of the biological evolution conceptual profile, namely, socio-cultural, ontogenetic and microgenetic dimensions, which, dialogically, establish a conceptual profile of biological evolution that generate an explanatory model for understanding thought and language in science classroom around the concept itself; (4) as a conclusion, the importance of relations between this educational alternative and some aspects of the continuous training of teachers becomes evident.

**Keywords:** conceptual profile, biological evolution, teacher training, scientific concepts, science teaching, science learning.

## Introducción

Esta disertación tiene como fin presentar una ruta de construcción del perfil conceptual de evolución biológica (EB), para, a su vez, desarrollar una alternativa didáctica sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto de EB y evidenciar las implicaciones de dicha propuesta en la formación continua de docentes de ciencias. Para tal efecto, se desarrollan cuatro momentos: primero se expone, de manera sucinta, qué es el perfil conceptual, como una teoría para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos. En un segundo momento, se argumentan las tres principales características del concepto EB que permiten que éste sea apropiado y pertinente para la construcción del perfil conceptual, y las cuales, según Mortimer y El-Hani (2014), son: (a) su relevancia como concepto central y estructurante en la enseñanza de la biología; (b) la polisemia del concepto, y (c) su uso en variados ambientes lingüísticos y epistémicos, como los académicos, los científicos, los escolares y los cotidianos; igualmente, en esta parte del escrito se muestra, a manera de contraejemplo, qué otros conceptos biológicos, como el de *alelo*, no presentan características que faciliten el desarrollo de un perfil conceptual.

En un tercer momento, se presenta una propuesta metodológica de construcción de las tres dimensiones de perfil conceptual de EB planteadas por Mortimer y El-Hani (2014):

(a) la *dimensión socio-cultural del concepto*, en la que, aludiendo a referentes históricos y epistemológicos, se argumenta cómo se ha desarrollado el concepto de EB; (b) en la llamada *dimensión ontogenética*, se propone indagar el concepto EB desde estudios que resaltan perspectivas como las concepciones alternativas, las ideas previas, las *misconceptions*, etc., y (c) la *dimensión microgenética*, en la cual, construyendo instrumentos como cuestionarios, entrevistas y grabaciones de clases, se pueden indagar ideas, concepciones y el lenguaje usado por una muestra de personas (estudiantes, profesores en formación, profesorado en ejercicio, etc.) sobre EB. Estas tres dimensiones guardan entre sí una relación dialéctica y permiten construir un perfil conceptual, PC, de EB. Y (d) manera de conclusión, se resaltan las ventajas de la teoría de Perfil Conceptual en la formación continua y permanente del profesorado de ciencias.

## El perfil conceptual como una teoría para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos

Los PC se originan en la década de 1990, propuestos por Mortimer (1994) con el fin de modelar la heterogeneidad del pensamiento y el lenguaje en la clase de ciencias, y como una alternativa al modelo de cambio conceptual de Posner, Strike, Hewson y Gerzog, (1982), objetando que el estudiante debe cambiar o superar sus ideas previas o alternativas respecto a un concepto científico para así poder construir conocimiento científico escolar deseable (Pedreros, 2012). Los PC se establecen como una herramienta para analizar los discursos en el aula, ya que, con la perspectiva de Bakhtin (1986), permiten abordar las relaciones entre lenguajes sociales y géneros discursivos.

La teoría de los PC se acerca al constructivismo contextual de Cobern (1996), quien propone la coexistencia de diferentes modos de pensar y hablar el aprendizaje de las ciencias, como un lenguaje construido en las clases de ciencias. Es así como Mortimer y Scott (2000, 2003), desde una postura socio-interaccionista, proponen el uso del PC para estructurar las ideas relativas a un determinado concepto y describir su evolución y su desarrollo en los estudiantes, ya sean estos el individuo o el colectivo social (Pedreros, 2012).

## La evolución biológica, un concepto adecuado para la construcción de un perfil conceptual

En este apartado se resaltarán tres aspectos clave que evidencian cómo el concepto de EB es pertinente, adecuado y

útil a la construcción de un PC, por: primero, su relevancia como concepto central y estructurante en la enseñanza de la biología; segundo, la polisemia del concepto y tercero, su uso en variados ambientes lingüísticos y epistémicos, como los académicos, los científicos, los escolares y los cotidianos. También se muestra, a manera de contraejemplo, que no todos los conceptos biológicos, como en el caso del concepto *alelo*, presentan las características que facilitan el desarrollo de un PC.

### La EB: 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), en tanto favorece la formación de una ciudadanía científicamente alfabetizada, como también una adecuada comprensión de la biología.

La teoría de la EB ocupa un lugar preponderante tanto en la biología, como en su enseñanza, ya que, según señalaba el biólogo evolutivo Dobzhansky (1973), “en biología nada tiene sentido si no es a la luz de la evolución” (p. 125), concepción compartida por otros expertos, como Futuyma (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 evolu-

ción es la teoría unificadora de la biología. Por otra parte, en palabras de Gonzales (2011):

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 lo anterior, se puede considerar la teoría evolutiva como abarcadora de gran parte del conocimiento biológico, e, incluso, de otras áreas del conocimiento que no pertenecen a ese dominio, lo cual, traducido a 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 en ámbitos científicos, académicos y filosóficos

El concepto EB dentro de la comunidad científica presenta variados significados que tienen su origen en distintos momentos históricos y desde variadas epistemologías, como se verá en el apartado de conclusión del presente texto. En la tabla 1 se relacionan las polisemias científicas del concepto.

**Tabla 1.** Algunas de las principales polisemias del concepto evolución biológica (EB) en las comunidades científicas, filosóficas o académicas.

Categorías ontológicas-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
EB como cambio de los organismos en el tiempo, pero sin una direccionalidad hacia un progreso o una complejización	Charles Darwin, Stephen Jay Gould
EB como cambios producidos por la selección natural y 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

## La polisemia del concepto evolución en ámbitos cotidianos o no biológicos

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 (tabla 2).

**Tabla 2.** Algunas de las principales polisemias del concepto evolución en contextos biológicos (cotidianos o no)

Semántica del concepto evolución	Contextos de uso	Ejemplos
Progreso de una situación	Cotidiano, socioeconómico, ciencias sociales y humanas (psicología, sociología etc.)	“Nuestro matrimonio ha ido <i>evolucionando</i> , vamos mejorando en nuestras diferencias”. “La economía del país muestra una <i>evolución</i> satisfactoria”. “Los procesos de aprendizaje del niño han <i>evolucionado</i> hacia una mejor comprensión conceptual”.
Cambio o transformación gradual de algo	Cotidianos y académicos	“Las lenguas romances, como el francés, <i>evolucionaron</i> del latín”.
Cambios hacia un estado definido	Ciencias no biológicas (astronomía, física, química)	“La evolución de las estrellas hace que se formen planetas”. “ <i>Evolucionó</i> de un estado de menor entropía a mayor entropía”.

Fuente: elaboración propia

### No todos los conceptos facilitan la construcción de un PC: el caso del concepto alelo

El concepto moderno de alelo se podría resumir como cada una de las formas alternativas que puede tener un mismo gen, y las cuales pueden afectar los rasgos fenotípicos (como el color de los ojos, el tamaño de las semillas, etc.), concepto que no carece de historia, pues si bien Mendel nunca habló de genes o de alelos en su obra “Experimentos en la Hibridación de las Plantas” (Mendel, 1866), sí planteó la existencia de *partículas heredables* (genes, en el lenguaje moderno) que eran variables (alélicas); es decir, el concepto alelo tiene un desarrollo histórico-epistemológico.

Sin embargo, de acuerdo con Mortimer y El-Hani (2014), los conceptos más proclives a desarrollar PC se caracterizan no solo por tener un desarrollo histórico-epistemológico, sino también, por su relevancia como concepto central y estructurante en una disciplina o en su didáctica, por su polisemia y su uso en diferentes contextos, características que no cumple el concepto alelo; no, en tanto que:

1. Si bien existe una ligera polisemia dentro de la comunidad científica biológica del concepto alelo desde las concepciones de genética clásica mendeliana y de genética molecular, esta no crea suficientes tensiones discursivas en torno al concepto.
2. El concepto de alelo no se utiliza en contextos cotidianos o no científicos.

3. A pesar de que el concepto de alelo es importante dentro de la genética, no es parte central o estructurante del armazón teórico de la biología.

A manera de conclusión de este acápite, se puede considerar que, según los anteriores argumentos, la EB cumple con creces los requerimientos propuestos por Mortimer y El-Hani (2014) para la construcción de un PC.

### Metodología: propuesta para la construcción de dimensiones de perfil conceptual de evolución biológica

En este apartado se proponen aspectos metodológicos para la construcción de las dimensiones sociocultural, ontogenética y microgenética del concepto EB. También se propone un modelo de interacción dialógica de dichas dimensiones para posibilitar la construcción del PC de EB que permita crear un modelo explicativo sobre la enseñanza y el aprendizaje de la EB.

#### La dimensión sociocultural del concepto EB: una revisión histórico-epistemológica de algunos momentos clave del concepto

Según Mortimer y El-Hani (2014), la construcción de la dimensión sociocultural se realiza indagando en distintas fuentes históricas y epistemológicas el desarrollo del concepto, lo cual suministra información que va a dialogar

con las otras dimensiones del concepto (la ontogenética y la microgenética) y permite la construcción del PC; por ello, se considera pertinente presentar, aunque sea de manera sucinta, algunos episodios histórico-epistemológicos de relevancia en el desarrollo del concepto EB.

El concepto EB, como idea relacionada con el cambio de los organismos, está presente en filósofos griegos como Anaximandro (610-546 a.C.), quien propuso que los animales terrestres debían de provenir de organismos acuáticos, los cuales habían cambiado adecuándose al medio terrestre; tal idea bosquejó muy tempranamente ideas de evolución y de adaptación (Andrade, 2009).

Igualmente, Aristóteles deduce principios de movilidad y cambio en la naturaleza viviente, y así plantea una clasificación de los seres vivos desde los menos complejos (llamados por él inferiores) a los más complejos (superiores), en lo que se conoce como *Scala Naturae*.

En el Medioevo, Agustín de Hipona (354-430) explica el mundo y sus criaturas como una obra de Dios, lo cual lo argumenta haciendo una síntesis entre el esencialismo platónico y su hibridación con la teología cristiana y objetando cualquier tipo de pensamiento naturalista o evolutivo.

Ya en la Modernidad, entran en el escenario figuras como Linneo (1707-1778), quien al aportar la taxonomía binomial a la biología contribuyó notablemente a su desarrollo; no obstante, su pensamiento contribuyó muy poco al concepto de EB, pues él, como los naturalistas de su época, estaba convencido de que toda la naturaleza es reflejo de la creación de Dios, y las especies, los géneros y otras categorías taxonómicas representan esencias fijas e inmutables de la obra del Creador (neoplatonismo).

Contemporáneo de Linneo, Buffon consideró hipótesis plausible que especies muy parecidas entre sí, como el asno y el caballo, entre otras, pudieran haber surgido de un ancestro común que sufrió diferentes modificaciones a causa de las distintas condiciones climáticas y alimenticias que experimentó. Dichas modificaciones eran consideradas degeneraciones o perfeccionamientos; es decir, alejamientos del molde inicial, hecho que explicaba la semejanza entre las especies, e, incluso, el origen de las diversas especies animales (Andrade, 2009).

Posteriormente, Lamarck (1774-1829) propuso que el cambio en los organismos se da como resultado de transformaciones graduales desde criaturas simples (infusorios) hasta el hombre, como cúspide de la evolución. Tal vez, el aporte más conocido de Lamarck sea el planteamiento de dos leyes para explicar la transformación de los seres vivos,

argumentada en la filosofía zoológica (1809); a saber: 1) el uso frecuente y continuado de un órgano lo desarrolla, y, como consecuencia, un desuso prolongado de un órgano podría, eventualmente, causar su desaparición; 2) debido a que el uso y el desuso de un órgano se dan en ambos sexos de una especie, los cambios adquiridos que estos generan en los órganos y los organismos deben transmitirse a las consecutivas generaciones.

Para Charles Darwin, por su parte, la descendencia con modificación causa la diversificación de las especies, facilitada por la selección natural; así, las especies van cambiando sus características a través del tiempo, gradualmente, adaptándose a modos y a ambientes de vida distintos. Esta diversificación ocurrió desde un antepasado común, o unos pocos, por lo que todas las especies están emparentadas en mayor o menor grado.

La síntesis moderna se consolidó en el Congreso de Princeton (1947), a raíz del cual, especialistas de numerosas ramas de la biología adoptaron un núcleo teórico y metodológico común para continuar sus estudios evolutivos, y el cual se puede resumir en los siguientes puntos:

- La evolución biológica es de naturaleza gradual, por lo que muchos fenómenos macroevolutivos (aparición de taxones superiores) podrían explicarse en términos microevolutivos (variación génica dentro de una población).
- La más predominante causa de cambio y diversificación biológica es la selección natural, que lleva a la adaptación de las especies a sus entornos.
- El aspecto poblacional es clave en el origen de la diversidad.
- La variación genética surge por azar, debido a las mutaciones específicas (en el ADN) o cromosómicas, a la recombinación genética durante la meiosis y a migraciones (Chaves, 2012).

### **Dimensión ontogenética del perfil conceptual de EB: una revisión de investigaciones educativas con perspectivas como la enseñanza, el aprendizaje, las concepciones alternativas e ideas previas del concepto EB**

Diferentes trabajos, que se relacionan en la tabla 3, ejemplifican las variadas concepciones que en el ámbito de la educación en ciencias afloran en torno al concepto evolución biológica, y que serían un insumo pertinente y útil en la construcción de la dimensión ontogenética, la cual, en relación dialógica con las otras dos dimensiones, permite construir el PC de EB.

**Tabla 3.** Algunos trabajos relevantes para construir la dimensión ontogenética de PC de EB

Autor	Relevancia en la construcción de PC de EB
Moore, R. (2007)	Estudio cuyo objetivo era averiguar cómo los docentes de biología enfatizan en la evolución en sus clases y las percepciones de los alumnos al respecto.
Gutiérrez, L. & Sarmiento, P. (1996)	Trabajo de grado con base en las ideas previas de los estudiantes de grado octavo acerca del concepto de mutación. Expone la importancia de las preconcepciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biología teniendo en cuenta los estándares curriculares.
Jiménez, M. (1992)	Indaga las concepciones alternativas (ideas previas) del alumnado en torno a temas relacionados con la evolución biológica.
Jiménez, M. (1991)	Indaga las concepciones alternativas (ideas previas) del alumnado en torno a temas relacionados con selección natural y artificial, así como con la evolución biológica.
Jiménez, M. (1990)	Indaga las concepciones alternativas (ideas previas) del alumnado y los profesores de ciencias naturales en torno a temas relacionados con la selección natural y la evolución biológica.
Gené, A. (1991)	Explora las ideas previas de estudiantes de Educación Básica Secundaria (EBS) en torno al concepto de evolución biológica.
Bolaños, H. & Cabrera, D. (1990)	Investigación acerca de las distintas preconcepciones alternativas sobre el tema de evolución y su persistencia en estudiantes de primer semestre, y que seguían características muy similares a las descritas por Giordan (1988).
Fernández, J. & Sanjose, V. (2007)	Este trabajo muestra los resultados de un estudio exploratorio realizado con estudiantes universitarios y de secundaria, con el fin de averiguar qué ideas sobre evolucionismo biológico, científicas y alternativas, quedan en la memoria a largo plazo de la población adulta, culta y no especialista en ciencias experimentales.
Sepúlveda, C. & El-Hani, Ch. (2009).	Se presenta explícitamente la construcción del PC de EB (un concepto clave en la comprensión de la EB) desde el análisis de la dinámica discursiva en contextos de enseñanza de la evolución.
Kampourakis, K. y Nehm, R. (2014)	Se estudian las concepciones y las explicaciones de los estudiantes sobre evolución biológica con una perspectiva de enseñanza que incluya la historia y la filosofía de la ciencia.
Dantas Duarte, F. B., Florêncio de Araújo, M. F. & Do Amaral, V. S. (2014)	Estudio que pone en evidencia una serie de conceptos e ideas preexistentes en la estructura cognitiva de los alumnos sobre el tema de la evolución biológica como resultado, posiblemente, de una enseñanza fragmentada y descontextualizada de esta.

**Fuente:** elaboración propia

La tabla 3 muestra algunas de las muchas investigaciones (artículos, tesis doctorales, etc.) que tratan sobre concepciones, ideas alternativas, explicaciones e ideas previas, entre otras, que dan cuenta de aspectos clave de la enseñanza-aprendizaje de la EB, tales como mutación, adaptación, selección natural, etc., y que se pueden constituir en insumo casi inagotable para la construcción de una dimensión ontogenética para un PC de EB.

### La dimensión microgenética: construcción de instrumentos de indagación

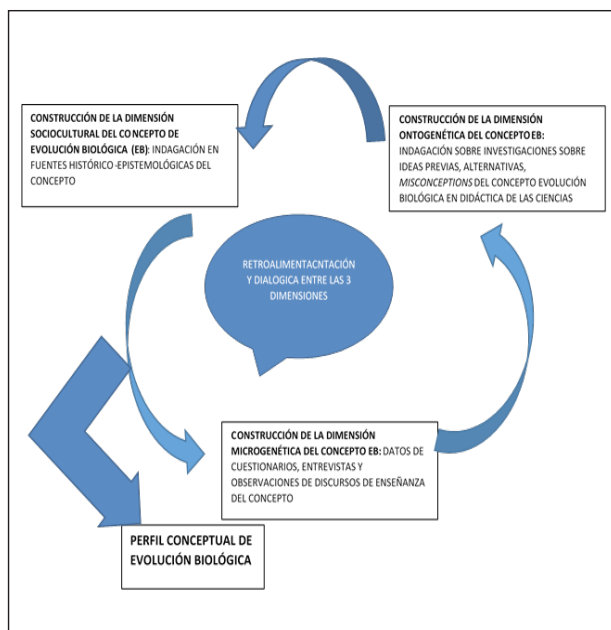
La dimensión microgenética consiste en la construcción y la aplicación de diversos instrumentos de indagación, como escalas Likert, cuestionarios, entrevistas y grabaciones de clases, que permiten conocer aspectos de las ideas y del lenguaje que sobre un determinado concepto científico se da en contextos de enseñanza y aprendizaje.

Es importante aclarar que los mencionados instrumentos son diseñados considerando los aportes de las dimensiones ontogenética y sociocultural del concepto, los cuales, a su vez, pueden ser retroalimentados por los hallazgos en la dimensión microgenética; es decir, las tres dimensiones permanecen en constante diálogo y retroalimentación en la construcción del PC.

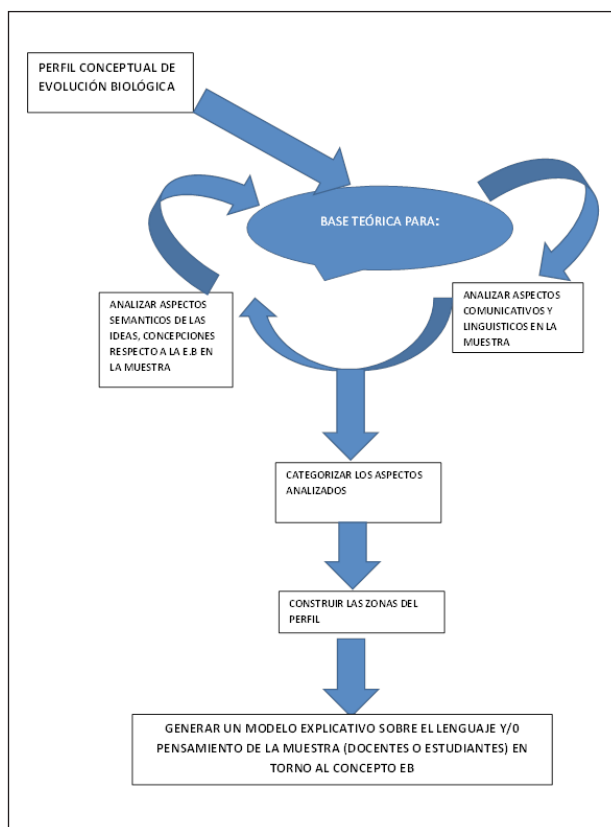
### Interacción dialógica de las dimensiones

La interacción dialógica entre las dimensiones sociocultural, ontogenética y microgenética se propone desde la adaptación de la propuesta realizada por Sepúlveda (2009), en la que, según lo planteado en la figura 1, las tres dimensiones se retroalimentan con el objeto de crear un PC de EB, el cual es el insumo para poder generar un modelo explicativo del lenguaje y las ideas en la muestra analizada (docentes o estudiantes) sobre el concepto EB (figura 2).





**Figura 1.** Construcción de las zonas de perfil conceptual de evolución



**Figura 2.** PC de EB como generador de un modelo explicativo de las ideas y los lenguajes de la muestra en torno al concepto

## Conclusión: la teoría del PC y la formación permanente del profesorado

La formación continua del profesorado en ejercicio, la cual se lleva a cabo a lo largo de toda la práctica profesional docente, y considerando esa misma práctica eje formativo estructurante, constituye, en tal sentido, una estrategia prioritaria para elevar la calidad de la educación y un aspecto esencial del mejoramiento del sistema educativo en general (Duhalde & Cardelli, 2001). Existen innumerables definiciones sobre formación continua, entre las que se puede resaltar la siguiente: “es el proceso permanente de adquisición, estructuración y reestructuración de conocimientos, habilidades y valores para el desarrollo y desempeño de la función docente” (de Lella, 1999, p. 34). Con tal perspectiva, se posibilita la capacidad para procesar e instrumentar estrategias a través de elementos críticos que permitan lograr fructíferas relaciones entre la teoría y la práctica, con la teoría sirviendo para corregir, corroborar y transformar la práctica, en interrelación dialéctica (Gorodokin, 2005). Así, este concepto se sustenta en el principio de que ninguna formación profesional termina o es susceptible de darse de manera completa y acabada en universidades o en instituciones de formación profesional.

En este orden de ideas, implementar, desarrollar y evaluar en la práctica docente nuevas estrategias didácticas (como es el caso de la propuesta que convoca el presente escrito: el PC de EB) se constituye en un importante insumo en los procesos de formación continua y permanente de docentes de ciencias, y, en particular, para profesores de biología. La importancia referida se puede explicitar en cuatro puntos:

1. Como lo evidencia la bibliografía consultada, existe gran difusión en la formación inicial de docentes de ciencias de teorías de gran tradición e historia, como lo es el caso del cambio conceptual (Posner *et al.*, 1982). En contraste, el espacio que se le da a la difusión de innovaciones en didáctica de las ciencias a teorías como la de PC es mínimo en la formación inicial; incluso, el ámbito posgradual. En ese sentido, desarrollar aspectos teóricos y metodológicos de una teoría como la de PC amplía las perspectivas didácticas de los docentes en ejercicio; también, potencialmente, mejora los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

2. La EB es un concepto que desborda su importancia como cimiento estructurante de la enseñanza y aprendizaje de la biología, hasta transformarse en un conocimiento escolar interdisciplinar que influye en diversos aspectos de la vida (salud, religión, filosofía, política, etc.) y se constituye en un eje fundamental en la alfabetización científica. Por eso, es relevante desarrollar propuestas de enseñanza y aprendizaje de la EB de más de una manera, a lo cual la teoría de PC aporta una alternativa didáctica que, idealmente, potencializará la educación científica.
3. Teniendo en cuenta que uno de los propósitos de la formación continua y permanente de docentes es procesar e instrumentar estrategias que permitan lograr fructíferas relaciones entre la teoría y la práctica, y donde la teoría sirve para corregir, corroborar y transformar la práctica, en interrelación dialéctica, entonces la implementación de la teoría de PC a la enseñanza y el aprendizaje de la EB se constituye en una plataforma para lograr los propósitos mencionados, como fundamentos de la formación continua y permanente del profesorado.
4. El concepto de EB es muy proclive, adecuado y pertinente para construir un PC de sí mismo, pues cumple con creces las características propuestas para ello por Mortimer y El-Hani (2014), por lo que un PC de EB permitiría modelar la heterogeneidad de pensamiento y discurso en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la biología (y, en particular, de la EB), con el objeto de indagar estas prácticas, y ampliar así los conocimientos en didáctica de las ciencias, al igual que posibilitar la proposición de actividades de aula (por ejemplo, secuencias didácticas) conducentes a mejoras en la educación científica, lo cual es una de las finalidades de la educación continua y permanente del profesorado.

## Referencias

- Andrade, E. (2009). *La ontogenia del pensamiento evolutivo. Hacia una interpretación semiótica de la naturaleza*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Bakhtin, M. M. (1986). *Speech genres and other late essays*. Austin, TX: University of Texas Press.
- Bolaños, H., & Cabrera D. (1990). *Persistencia de pre-conceptos en torno a evolución biológica, después del trabajo sobre el tema en primer semestre de Biología en la Universidad Pedagógica Nacional*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Chaves, G. (2012). *Contribuciones a la enseñanza de la evolución biológica desde la revisión epistemológica de algunos aspectos contemporáneos de la misma*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Cobern, W. (1996). College student's conceptualizations of nature: an interpretative world analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8), 985-951.
- Dantas Duarte, F. B., Florêncio de Araújo, M. F. & Do Amaral, V. S. (2014). O ensino fragmentado da evolução biológica e concepções alternativas sobre este tema no ensino médio. *SBenBio Associação Brasileira de Ensino de Biologia*, 7, 2035-2046.
- De Lella, C. (1999). Modelos y tendencias de la formación docente. Seminario Taller sobre perfil del docente y estrategias de formación. Perú. <http://www.oei.es/cayetano.htm>
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. *The American Biology Teacher*, 35, 125-129.
- Duhalde, M. A. & Cardelli, J. (2001). Formación docente en América Latina. Una perspectiva político-pedagógica. *Cuadernos de Pedagogía*, 308, 38-45.
- Fernández, J. & Sanjose, V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 129-149.
- Futuyma, D. (2009). *Evolution*. Sunderland: Sinauer Gaeta.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 30-35.
- Gené, A. (1991). Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto. Barcelona. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y experiencias didácticas*, 9 (1), 22-27.
- González, L. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Gorodokin, I. C. (2005). La formación docente y su relación con la epistemología. *Revista Iberoamericana de Educación*. 37 (5), 128-165.
- Gutiérrez, L. & Sarmiento, P. (1996). *Estudio de ideas previas acerca del concepto mutación en estudiantes de grado octavo e implicaciones didácticas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.



- Jiménez, M. P. (1990). *Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: análisis y propuestas para un cambio conceptual* (tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid.
- Jiménez, M. P. (1991). *¿Cómo enfrentarse al problema de la resistencia en las plagas? El cambio biológico*. En: <http://www.campusoei.org/decada/promocion17.pdf>
- Jiménez, M. P. (1992). *¿Cómo cambian los seres vivos? Una unidad contando con las ideas del alumnado. Aula de innovación educativa*, (4-5), 37-40.
- Kampourakis, K. & Nehm, R. (2014). History and Philosophy of Science and the Teaching of Evolution: Students' Conceptions and Explanations. En: Michael R. Matthews (ed.) *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 234-278). New York: Springer.
- Mendel, J. G. (1866). *Versuche über Pflanzenhybriden*. Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, Bd. IV für das Jahr, 1865 *Abhandlungen*: 3-47. Traducción al inglés, ir: Druery, C. T. & William Bateson (1901). «Experimentos en hibridación vegetal». *J. Royal Horticultural Soc.* (26), 1-32.
- Moore, R. (2007). The Differing Perceptions of Teachers & Students Regarding Teachers' Emphasis on Evolution in High School Biology Classroom. *The American Biology Teacher*, 69 (5), may. ProQuest Education Journals, 268.
- Mortimer, E. F. (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: Mudança de perfis conceituais* (tesis de doctorado). São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2000). Analysing discourse in the science classroom. En: J. Leach, R. Millar & J. Osborne (eds.). *Improving Science Education: the contribution of research* (pp. 125-178). Milton Keynes: Open University Press.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Mortimer, E. & El-Hani, C. (eds.). (2014). *Conceptual Profiles. A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts*. New York: Springer.
- Pedrerros, R. (2012). Dimensión del perfil conceptual en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias. En: A. Molina (comp.). *Perspectivas epistemológicas, culturales y didácticas en Educación en Ciencias y la formación de profesores*. Avances de investigación (pp. 111-148). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- 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, 211-227.
- Sepúlveda, C. & 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.