



*Fotografía: Yeisson Ricardo Cárdenas*



# PERFIL CONCEPTUAL SOBRE ADAPTACIÓN BIOLÓGICA EN DOCENTES DE BIOLOGÍA: UN ESTUDIO DE CASO

## Conceptual Profile of Biological Adaptation in Biology Teachers: A Case Study

## Perfil conceitual da adaptação biológica em professores de biologia: um estudo de caso

Germán Alberto Chaves-Mejía\*

Fecha de recepción: 5 de septiembre del 2019

Fecha de aceptación: 26 de junio del 2020

### Cómo citar este artículo:

Chaves-Mejía, G. A. (2020). Perfil conceptual sobre adaptación biológica en docentes de biología: Un estudio de caso. *Bio-grafía*, 13(25), 81-95. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.13.num25-10350>

### Resumen

En este artículo se presentan los resultados de la investigación doctoral titulada *Perfil conceptual sobre adaptación biológica en las prácticas docentes del profesorado de biología: un estudio de caso*. Primero, se describen las generalidades del estudio, la justificación y el objetivo general; se exponen las bases teóricas, epistemológicas y metodológicas del modelo didáctico denominado *perfiles conceptuales*. Segundo, se presenta la metodología de la investigación, la cual se desarrolló desde el paradigma cualitativo-interpretativo utilizando como estrategia el estudio de caso; también se describe el contexto, los instrumentos y métodos que se utilizaron para la obtención y análisis de los datos. Tercero, se exponen los resultados de la investigación, su discusión y su análisis, los cuales consisten en un diálogo entre los elementos teóricos y conceptuales y los datos aportados por entrevistas semiestructuradas realizadas a tres docentes en ejercicio.

**Palabras clave:** perfil conceptual; adaptación biológica; teoría evolutiva; concepciones docentes

\* Docente investigador y estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE), sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: germanchavesmejia@yahoo.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9760-8834>

## Abstract

This article presents the results of the doctoral research entitled “Conceptual profile on biological adaptation in the teaching practices of biology teachers: a case study”. First, the generalities of the study, the justification and the general objective are described; the theoretical, epistemological, and methodological bases of the didactic model called conceptual profiles are presented. Second, the research methodology is presented, which was developed from the qualitative-interpretative paradigm using the case study as a strategy; the context, instruments and methods used to obtain and analyze the data are also described. Third, the results of the research, its discussion and analysis are presented, which consist of a dialogue between the theoretical and conceptual elements and the data provided by semi-structured interviews conducted with three practicing teachers.

**Keywords:** conceptual profile; biological adaptation; evolutionary theory; teaching conceptions

## Resumo

Este artigo apresenta os resultados da pesquisa de doutorado intitulada Perfil conceitual sobre adaptação biológica nas práticas de ensino de professores de biologia: um estudo de caso. Primeiro, são descritas as generalidades do estudo, a justificação e o objetivo geral; são apresentadas as bases teóricas, epistemológicas e metodológicas do modelo didático chamado perfis conceituais. Em segundo lugar, é apresentada a metodologia de pesquisa, que foi desenvolvida a partir do paradigma qualitativo-interpretativo utilizando o estudo de caso como estratégia; o contexto, os instrumentos e os métodos utilizados para obter e analisar os dados também são descritos. Em terceiro lugar, são apresentados os resultados da pesquisa, sua discussão e análise, que consistem em um diálogo entre os elementos teóricos e conceituais e os dados fornecidos por entrevistas semi-estruturadas realizadas com três professores praticantes.

**Palavras-chave:** perfil conceitual; adaptação biológica; teoria evolutiva; concepções dos professores

## Introducción

En este artículo se presentan los resultados de la tesis doctoral *Perfil conceptual sobre adaptación biológica en las prácticas docentes del profesorado de biología: un estudio de caso*. Esta investigación tiene como propósito generar nuevo conocimiento sobre el concepto de adaptación biológica (AB) en contextos de enseñanza y aprendizaje.

Se presentan los hallazgos de la interacción dialógica de las tres dimensiones del concepto AB con el objeto de construir un perfil conceptual (PC), de acuerdo con lo planteado por Mortimer y El Hani (2014). Las dimensiones son: sociocultural (historia y epistemología del concepto AB), ontogenética (estudios sobre ideas alternativas del concepto AB) y la dimensión microgenética del concepto, que se construye con datos empíricos obtenidos mediante diferentes instrumentos, como entrevistas, cuestionarios, observaciones de clase, entre otros (en esta investigación se utilizaron entrevistas semiestructuradas). El diálogo de estas tres dimensiones permite identificar los compromisos ontológicos (CO) y epistemológicos (CE) en los docentes ubicados en las diferentes zonas de perfil del concepto con el objeto de comprenderlo desde el punto de vista didáctico.

Los CO son acuerdos de orden social para expresar la existencia de algo, en los que esa existencia es concebida en relación con la existencia de otro(s) algo(s). Esta investigación asume que los CO sobre un concepto denotan la existencia de dichos conceptos, desde diversas maneras de concebir dicha existencia y que se expresan a través del lenguaje, refiriéndose a lo real, lo que está ahí, se piensa, se expresa, o se utiliza con respecto a un concepto científico.

Los CE son acuerdos de orden social para explicar la existencia de algo, que tienen como elementos base las preguntas fundamentales sobre el conocimiento: qué es, cómo se llega a él, cómo se valida y cómo se diferencian los tipos de conocimiento. Se evidencian a través de expresiones lingüísticas que permiten determinar las maneras de ver, explicar, interpretar y validar diversas perspectivas y visiones del mundo que tienen las personas al interactuar y vivir en sus mundos, en las cuales están inmersas entidades como los conceptos.

El concepto AB se escogió por su trascendencia e importancia en la construcción de la teoría evolutiva, la cual es considerada un concepto estructurante y clave en la enseñanza de la biología escolar (Gagliardi, 1986; González, 2011; Kampourakis, 2013).

Esta investigación se enmarca en el paradigma cualitativo-interpretativo utilizando como estrategia metodológica el estudio de caso y los datos fueron tratados desde un análisis de contenido estándar. El objetivo fue caracterizar el PC de AB en una muestra del profesorado de biología del nivel básico secundario que labora en Bogotá, de acuerdo con los planteamientos teórico-metodológicos de la teoría de PC expuestos por Mortimer (1994), Mortimer y Scott (2000) y Mortimer y El Hani (2014), los cuales aportan importantes elementos para comprender la enseñanza y aprendizaje del concepto AB.

Los resultados de esta investigación constituyen una fuente de nuevo y valioso conocimiento en didáctica de las ciencias naturales, ya que las concepciones de docentes en ejercicio sobre conceptos científicos han sido muy escasamente exploradas desde una óptica novedosa de investigación como la de los PC. Por lo tanto, es importante en este punto aclarar algunos aspectos relevantes acerca de la teoría de los PC.

Los PC se originan en la década de 1990 propuestos por Mortimer (1994), con el propósito de modelar la heterogeneidad del pensamiento y el lenguaje en la clase de ciencias objetando que el estudiante debe cambiar o superar sus concepciones alternativas respecto a un concepto científico para poder construir conocimiento científico escolar deseable y como una alternativa al modelo de cambio conceptual propuesto por Posner *et al.* (1982).

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 y enseñanza de las ciencias como un lenguaje construido en las clases de ciencias. En este sentido, las ideas relativas a un determinado concepto son susceptibles de una estructuración en un perfil para describir su evolución en las aulas.

## Bases teóricas, epistemológicas y metodológicas de la teoría de los PC

### Bases teóricas

Una aproximación comúnmente utilizada sobre qué son los conceptos es la que los refiere como modelos mentales de aprendizaje de un objeto o evento, que son internos, estables y pertenecientes al individuo (Wells, 2008). En contraste, en la teoría de los PC se expone que los conceptos existen únicamente como parte de un lenguaje natural o de un sistema estructurado de conocimientos, y se constituyen en representaciones lingüísticas externas presentes en textos y lenguajes como constructos construidos socialmente (Mortimer y El Hani, 2014).

Por otra parte, la teoría de los 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 y es el que la teoría de los PC propone modelar teniendo en cuenta el contexto y el desarrollo socio-histórico y cultural (Mortimer, 1994).

### Bases epistemológicas

Los conceptos son reconocidos entera o parcialmente en términos de su eficacia pragmática, es decir, dependiendo de cómo están enfocados 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 Pierce, que propone que cualquier significado de un concepto tiene una aplicación en el mundo real. También es referente epistemológico pragmático para los PC la propuesta de *perfil epistemológico* de Bachelard (2003), quien plantea que los perfiles epistemológicos son relativos a un determinado concepto, el cual está matizado por los aspectos históricos y culturales subyacentes.

### Bases metodológicas

La teoría de los 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

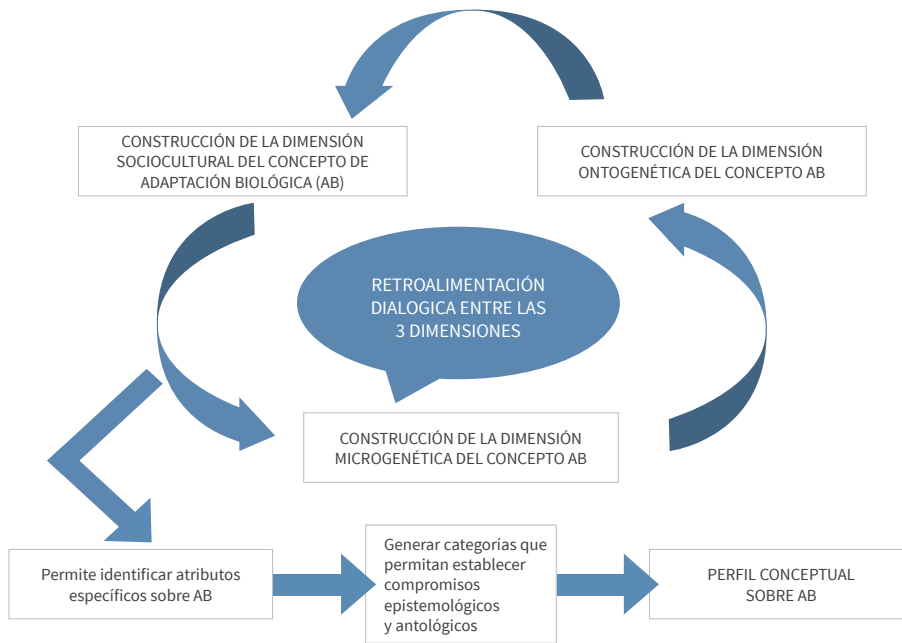
de los diferentes dominios genéticos que comprenden el concepto (Vygotsky, 1978).

Desde esta perspectiva, la teoría de los 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 revisar la literatura existente sobre investigaciones relacionadas con concepciones alternativas acerca de un determinado concepto científico; y tercero, la *dimensión microgenética* en la que, construyendo diferentes instrumentos como cuestionarios, entrevistas, encuestas, se puede indagar acerca de las ideas, las concepciones y el lenguaje usado por una muestra de personas sobre un concepto científico. Estas tres dimensiones están en relación dialéctica permanente y permiten la construcción de un PC (Chaves, 2018). En la figura 1 se muestran de manera esquemática las relaciones dialécticas mencionadas.

## Metodología

Esta investigación se desarrolló a partir del estudio de las concepciones sobre AB en una muestra de docentes de biología, lo que se constituye en un fenómeno educativo que se investigó desde el paradigma cualitativo-interpretativo.

**Figura 1.** Interacción dialógica de las dimensiones del concepto AB.



Fuente: adaptado de Sepúlveda y El-Hani (2010)

En correspondencia con el objetivo de esta investigación, que es generar nuevo conocimiento sobre el concepto de AB en contextos de enseñanza y aprendizaje, la elección metodológica más coherente para indagar el fenómeno socioeducativo que se investigó es el estudio de caso cualitativo, en razón de que permite la interacción dialógica entre las dimensiones sociocultural y ontogenética con los datos aportados por las unidades del estudio de caso (los docentes). El estudio de casos adoptado se asume como una estrategia metodológica y su elección se basa en la naturaleza del fenómeno estudiado. De acuerdo con Yin “el estudio de caso es una indagación empírica que investiga sobre un fenómeno complejo en profundidad en su contexto real” (2009, p. 18). Se abordó la problemática que se pretendía conocer en profundidad: el PC de AB en los docentes de una muestra del profesorado de biología del nivel básico secundario desde la estructuración de los compromisos ontológicos y epistemológicos evidenciados en los docentes que participaron en la investigación.

Esta investigación se realizó a través de la participación de tres docentes en ejercicio que enseñan biología en Educación Básica, quienes desarrollaron una entrevista semiestructurada. La conformación de la muestra de docentes fue heterogénea en cuanto a género, experiencia (novel y experta) y sector laboral (público y privado).

Los aspectos éticos tenidos en cuenta en la investigación consistieron en que a los docentes se les entregó un consentimiento informado que aceptaron y comprendieron plenamente. El consentimiento informado aseguró que los individuos participantes en la investigación desarrollaron la entrevista desde el respeto a sus valores, intereses y preferencias. Igualmente, durante las entrevistas se cumplieron con todas las medidas de bioseguridad que garantizaron la integridad de los docentes participantes.

## Categorías de análisis

Se construyeron a través de la indagación y sistematización de aspectos históricos y epistemológicos relativos a la AB, es decir la dimensión sociocultural del concepto (tabla 2). De una manera similar, pero tomando como referentes investigaciones de orden didáctico relativos a concepciones alternativas del concepto AB, se construyó la dimensión ontogenética del concepto (tabla 3). Estas dos tablas constituyen las categorías teóricas de análisis.

La tabla 4 presenta la dimensión microgenética del concepto, que consiste en la categorización de las respuestas dadas por los docentes teniendo en cuenta de una manera dialógica las categorías teóricas construidas en las dimensiones sociocultural y ontogenética. Por su parte, la tabla 5 es una síntesis comparativa de los tres docentes, que da cuenta de las diferentes zonas de perfil en ellos y es lo que constituye el PC de AB.

## Instrumentos de recolección de la información

La información se recolectó mediante una entrevista semiestructurada<sup>1</sup> para indagar los compromisos epistemológicos y ontológicos de los docentes sobre el concepto AB. La entrevista presenta situaciones problemáticas relacionadas con la AB acompañadas de preguntas. Los datos obtenidos fueron objeto de un análisis de contenido. Es importante resaltar que esta entrevista fue validada por tres expertos en el tema y se ajustó tras haberse realizado una prueba piloto de su primera versión.

1 Las entrevistas semiestructuradas dan un margen flexible para sondear a los encuestados, además de mantener la estructura básica de la entrevista para así aprovecharla creativamente.

**Tabla 1.** Situaciones y preguntas de la entrevista semiestructurada

Situación	Preguntas
En los perros, el sentido más llamativo y especial es el olfato, ubicado en la nariz. Este es el sentido que tienen más desarrollado. Los perros pueden oler y distinguir una gran variedad de olores. Poseen unos 150 a 300 millones de células olfativas en comparación con los 5 millones que tienen los humanos.	PREGUNTA 1. ¿Por qué cree que los perros tienen el sentido del olfato tan desarrollado? PREGUNTA 2. Existe evidencia anatómica y fisiológica que muestra que el olfato de los lobos, chacales, coyotes y zorros es muy similar al de los perros. ¿Cómo podría explicar estas similitudes?
Las migraciones son los desplazamientos periódicos que realizan algunos animales de un hábitat a otro. En Colombia hay 1905 especies de aves y en Bogotá hay 200 especies, lo que convierte al Distrito Capital, en una de las ciudades con mayor diversidad de especies de aves del mundo, de las que aproximadamente 175 son migratorias (Mc Mullan <i>et al.</i> , 2011).	PREGUNTA 3. ¿Cómo podría explicar el comportamiento migratorio de las aves?

Situación	Preguntas
<p>Los vertebrados poseen una sangre de color rojo debido a que en el fluido sanguíneo se encuentran los glóbulos rojos, que contienen hemoglobina, una proteína que se encarga de transportar el oxígeno a través del cuerpo. La hemoglobina contiene hierro (un átomo por molécula), que al entrar en contacto con el oxígeno se torna rojo.</p> <p>Por otra parte, la hemocianina es una proteína presente en la sangre de algunos crustáceos, arácnidos y moluscos. Su función es equivalente a la que la hemoglobina realiza en la sangre de los vertebrados. En vez de un átomo de hierro presenta dos átomos de cobre en su centro activo. Por esto el color de la hemocianina oxigenada no es rojo sino azul verdoso.</p> <p>La piel de los seres humanos presenta diversas tonalidades. La molécula responsable de estas coloraciones es la melanina, una sustancia de nuestro cuerpo que no solo incide en el tono de la piel, sino que también es responsable del color de nuestro cabello.</p>	<p>PREGUNTA 4 ¿Piensa que el color rojo que da la hemoglobina a la sangre de los vertebrados o el azul verdoso de la hemocianina en algunos invertebrados es ventajoso, desventajoso o inocuo para estos organismos?</p> <p>PREGUNTA 5. ¿Cree que las diferentes tonalidades de la piel de los humanos causadas por la melanina son ventajosas, desventajosas o inocuas?</p>

Fuente: elaboración propia.

## Resultados y discusión

En esta parte se presentan los compromisos epistemológicos y ontológicos sobre <sup>AB</sup> hallados en las dimensiones

sociocultural (historia y epistemología del concepto <sup>AB</sup>), ontogenética (estudios sobre ideas alternativas del concepto <sup>AB</sup>) y microgenética (los datos empíricos obtenidos en la entrevista).

Tabla 2. Dimensión sociocultural

Zonas de perfil conceptual	Compromisos ontológicos (o)/ epistemológicos (ε)	Frases que ejemplifican los compromisos	Pensadores, filósofos o científicos
Inmutabilidad	Las <sup>AB</sup> no necesitan explicación. (o)	Las alas de un ave se explican como un atributo propio de la categoría esencialista Aves.	Platón (427-347 a. C.) Aristóteles (384 -322 a. C.)
Diseño teleológico	Las <sup>AB</sup> se asumen como un diseño propio de cada organismo. (ε)	Las alas permiten el vuelo de las aves ya que están diseñadas para esta actividad.	William Paley (1743-1805)
Funcionalismo intraorgánico	Las <sup>AB</sup> cumplen una función en los organismos que explica su existencia. (o)	La función de las aletas en los peces es permitirles nadar y esto es lo que caracteriza a este grupo de animales.	George Cuvier (1769-1832)
Lamarckismo ortogenético	Las <sup>AB</sup> son producto de un impulso interno de los organismos que los va complejizando. (ε)	Los mamíferos están mejor adaptados a la vida terrestre que los anfibios pues son más evolucionados.	Lamarck (1744-1829)
Lamarckismo ambiental	El ambiente y la potencialidad de cambio adaptativo en los organismos explican las <sup>AB</sup> . (o) Los cambios adaptativos en diferentes organismos se explican como respuestas al medio ambiente. (ε).	Los osos polares fueron tornándose más claros adaptándose a las condiciones del Ártico.	Lamarck (1744-1829)
Lamarckismo adaptativo	Las <sup>AB</sup> se explican como características que se desarrollan o atrofian por el uso o el desuso (ε).	Las garras y dientes de los felinos se van desarrollando con la caza de las presas y esto hace que estos gatos se adapten a su estilo de vida.	Lamarck (1744-1829)
Darwinismo adaptativo	Las <sup>AB</sup> son consecuencia de un proceso de selección natural a nivel de las poblaciones (ε).	La estructura de los cactus que les permite retener agua apareció en algunos individuos y se fue extendiendo y fijando en las poblaciones de estas plantas por la selección natural.	Darwin (1809-1882) y Wallace (1823-1913)

Zonas de perfil conceptual	Compromisos ontológicos (o)/ epistemológicos (ε)	Frases que ejemplifican los compromisos	Pensadores, filósofos o científicos
Darwinismo filogenético	Existen AB similares en diferentes especies si estas están emparentadas filogenéticamente. (ε) Las especies están más o menos emparentadas dependiendo del tiempo de divergencia entre ellas. Prueba de ello son las similitudes adaptativas. (o)	Los gatos, tigres y leones son similares en sus características adaptativas porque son parientes.	Darwin (1809-1882) y Wallace (1823-1913)
Adaptacionismo	Toda característica o rasgo de los organismos es una AB, la cual es ventajosa para el organismo. (o) Las AB aparecen para aumentar la eficacia biológica de los organismos en el proceso de selección natural. (ε)	El color rojo de la sangre debe tener algún beneficio adaptativo para los individuos que lo poseen.	Maynard (1920-2004), Hamilton (1936-2000), Dawkins (1941-), Dennett (1942-)
Pluralismo	No todas las características o rasgos de los organismos son adaptativos desde los presupuestos de la selección natural. (o) Existen características que son aparentes AB, pero estas pueden ser explicadas por otros mecanismos diferentes a la selección natural, tales como las restricciones en el desarrollo o causas físico-químicas no adaptativas. (ε)	El color rojo de la sangre se debe a la estructura química de la hemoglobina, pero no les provee a los organismos ni ventajas ni desventajas que aumenten su eficacia biológica, por lo tanto, no es una AB.	Gould (1941-2002), Lewontin (1929-)
Aclimatación o adaptación fisiológica	Procesos en los ciclos de vida los organismos mediados por cambios fisiológicos (ε) explican las AB. Utilización del término <i>adaptación</i> en su acepción fisiológica y no evolutiva. (o)	La migración aviaria se halla muy bien establecida durante el año y por lo general está acoplada a ritmos fisiológicos internos.	Mayr (1904-2005)
Adaptación ecológica	Los beneficios ecológicos que proporciona el ambiente (ε) explican las AB.	La migración aviaria se explica debido a que las aves van hacia territorios con más alimento y mejores condiciones para la reproducción y cría de la prole.	Mayr (1904-2005)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Dimensión ontogenética

Autor y publicación	Tipo de investigación	Concepciones alternativas sobre AB como compromisos ontológicos (o) o epistemológicos (ε)	Zonas de perfil conceptual
Brumby, M. (1984). <i>Misconceptions about the concept of natural selection.</i>	Investigación con 150 estudiantes australianos de primer año de medicina en la que se exploraron ideas sobre selección natural y AB desde situaciones problemáticas relacionadas con la resistencia bacteriana a los antibióticos.	Explicaron las AB como el resultado de una necesidad intrínseca que satisfacían las bacterias desde un mecanismo interno carente de explicación. (o)	Funcionalismo intraorgánico
Bishop, B. y Anderson, C. (1990). <i>Student conception of natural selection and its role in evolution.</i>	Estudio con 110 estudiantes universitarios que estaban tomando un curso introductorio de Biología.	Explicaban los cambios adaptativos en diferentes organismos como respuestas al medio ambiente (explicaciones "implícitamente Lamarckistas") (ε) Utilización del término adaptación en su acepción fisiológica y no evolutiva (o)	Lamarckismo ambiental Adaptación fisiológica o aclimatación
Ferrari, M. y Chi, M. (1998). <i>The nature of naïve explanations of natural selection.</i>	Revisión de los resultados de las investigaciones de Bishop y Anderson (1990).	Ideas alternativas relacionadas con la falta de comprensión de los conceptos clave que estructuran el discurso darwinista, como población, niveles jerárquicos, individuos, especies y la dimensión temporal del proceso evolutivo. (ε)	Malinterpretación conceptual del darwinismo



Autor y publicación	Tipo de investigación	Concepciones alternativas sobre AB como compromisos ontológicos (o) o epistemológicos (ε)	Zonas de perfil conceptual
Kampourakis, K. y Zogza, V. (2006) <i>Students' preconceptions about evolution: How accurate is the characterization as "Lamarckian" when considering the history of evolutionary thought?</i>	Revisión de 11 estudios relacionados con el concepto AB en contextos de enseñanza y aprendizaje.	Concepciones alternativas sobre AB que hacen alusión a cambios evolutivos por el uso y el desuso. Igualmente, estas concepciones aluden a la herencia de caracteres adquiridos (explicaciones "implícitamente lamarckistas"). (ε)	Lamarckismo adaptativo
Sepulveda, C. y El-Hani, Ch. (2010). <i>Construcción de perfil conceptual de adaptación y análisis de la dinámica discursiva en contextos de enseñanza de la evolución.</i>	Investigación realizada con 22 estudiantes de educación media sobre sus ideas y expresiones verbales con respecto a la AB. Da cuenta de unos compromisos epistemológicos y ontológicos de los estudiantes con respecto al concepto.	Las AB como una adecuación al medio ambiente para cumplir un propósito o fin (teleológico) que da razón a su existencia (o).	Funcionalismo intraorgánico
		Las AB son consecuencia de un estado de ser intrínseco de un organismo o grupo de organismos (o).	Ajuste providencial
		Las AB se explican por cambios a nivel ontogenético de un organismo que dan cuenta de cambios en las especies a nivel filogenético (ε).	Perspectiva transformacional
		Las AB se explican por cambios en las poblaciones de individuos, y están comprometidas con la supervivencia y reproducción (cerca de las explicaciones darwinistas) (ε).	Perspectiva variacional (darwinismo adaptativo desde la dimensión sociocultural)

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4 se presentan los resultados de la entrevista como también su análisis y su categorización. Dadas las restricciones del tamaño del texto propias de esta publica-

ción no se presentan las respuestas en toda su extensión, sino una frase que sintetiza los aspectos más relevantes de la respuesta dada.

Tabla 4. Dimensión microgenética

DOCENTE 1		
Respuestas en la entrevista a las 5 preguntas	Compromisos ontológicos (o) y epistemológicos (ε) en relación con la dimensión sociocultural (sc) y la ontogenética (oN)	Zonas de perfil conceptual
PREGUNTA 1. ¿Por qué cree que los perros tienen el sentido del olfato tan desarrollado? "el ambiente les generó en ellos esa capacidad de desarrollar ese olfato".	El ambiente y la potencialidad de cambio adaptativo en los organismos explican las AB. (o) (sc) Los cambios adaptativos en diferentes organismos explicados como respuestas al medio ambiente. (ε) (oN)	Lamarckismo ambiental
PREGUNTA 2. Existe evidencia anatómica y fisiológica que muestra que el olfato de los lobos, chacales, coyotes y zorros es muy similar al de los perros. ¿Cómo podría explicar estas similitudes? "son mamíferos que se desprenden de esa línea evolutiva entonces yo creo que por eso ellos manejan esas similitudes anatómicas y fisiológicas".	Existen AB similares en diferentes especies si estas están emparentadas filogenéticamente. (ε) (sc) Las especies están más o menos emparentadas dependiendo del tiempo de divergencia entre ellas y prueba de ello son las similitudes adaptativas. (o) (sc)	Darwinismo filogenético

DOCENTE 1		
Respuestas en la entrevista a las 5 preguntas	Compromisos ontológicos (o) y epistemológicos (ε) en relación con la dimensión sociocultural (sc) y la ontogenética (oN)	Zonas de perfil conceptual
PREGUNTA 3. ¿Cómo podría explicar el comportamiento migratorio de las aves? “ellas buscan condiciones de alimento y condiciones para apareamiento”.	Los beneficios ecológicos que el ambiente proporciona explican las AB. (ε) (sc)	Adaptacionismo ecológico
PREGUNTA 4. ¿Cree que el color rojo que da la hemoglobina a la sangre de los vertebrados o el azul verdoso de la hemocianina en algunos invertebrados es ventajoso, desventajoso o inocuo para estos organismos? “Yo pienso que inocuo porque no es algo que los otros organismos lo puedan ver, se produce por los átomos de hierro en la hemoglobina por ejemplo”.	No todas las características o rasgos de los organismos son adaptativos desde los presupuestos de la selección natural. (o) (sc) Existen características que son aparentes AB, pero estas pueden ser explicadas por otros mecanismos diferentes a la selección natural, tales como las restricciones en el desarrollo o causas físico-químicas no adaptativas. (ε) (sc)	Pluralismo
PREGUNTA 5. ¿Cree que las diferentes tonalidades de la piel de los humanos causadas por la melanina son ventajosas, desventajosas o inocuas? “En el caso de la melanina sí sería ventajoso por las condiciones que ellos enfrentan a ciertos ambientes del planeta y como estos influyen en la coloración de la piel”.	El ambiente y la potencialidad de cambio adaptativo en los organismos explican las AB. (o) (sc) Los cambios adaptativos en diferentes organismos se explican como respuestas al medio ambiente. (ε) (oN)	Lamarckismo ambiental
DOCENTE 2		
Respuestas en la entrevista a las 5 preguntas	Compromisos ontológicos (o) y compromisos Epistemológicos (ε) en relación con la dimensión sociocultural (sc) y la ontogenética (oN)	Zonas de perfil conceptual
PREGUNTA 1. ¿Por qué cree que los perros tienen el sentido del olfato tan desarrollado? “El olfato hace que ellos tengan defensa y eso le permite perpetuarse como especie”.	Las AB son consecuencia de un proceso de selección natural a nivel de las poblaciones. (ε) (sc) Las AB se explican por cambios en las poblaciones de individuos, las cuales están comprometidas con la supervivencia y reproducción. (ε) (oN)	Darwinismo adaptativo (perspectiva variacional)
PREGUNTA 2. Existe evidencia anatómica y fisiológica que muestra que el olfato de los lobos, chacales, coyotes y zorros es muy similar al de los perros. ¿Cómo podría explicar estas similitudes? “El lobo es el antecesor del perro y que tenga una relación con otras especies como depredadores, para ellos sigue siendo fundamental tener más desarrollado aún el olfato”.	Existen AB similares en diferentes especies si estas están emparentadas filogenéticamente. (ε) (sc) Las especies están más o menos emparentadas dependiendo del tiempo de divergencia entre ellas y prueba de ello son las similitudes adaptativas. (o) (sc)	Darwinismo filogenético
PREGUNTA 3. ¿Cómo podría explicar el comportamiento migratorio de las aves? “La homeóstasis que le permite a su organismo estar en una fisiología armónica, esa es la homeóstasis y el ritmo circadiano”.	Utilización del término adaptación en su acepción fisiológica y no evolutiva. (o) (oN) Las AB son explicadas por procesos en los ciclos de vida de los organismos mediados por cambios fisiológicos. (ε) (sc)	Aclimatación o adaptación fisiológica
PREGUNTA 4. ¿Cree que el color rojo que da la hemoglobina a la sangre de los vertebrados o el azul verdoso de la hemocianina en algunos invertebrados es ventajoso, desventajoso o inocuo para estos organismos? “El color como tal no, porque no lo veo funcional que tenga que ser rojo, pues en algunos invertebrados es azul y cumple la misma función”.	No todas las características o rasgos de los organismos son adaptativos desde los presupuestos de la selección natural. (o) (sc) Existen características que son aparentes AB, pero estas pueden ser explicadas por otros mecanismos diferentes a la selección natural, tales como las restricciones en el desarrollo o causas físico-químicas no adaptativas. (ε) (sc)	Pluralismo
PREGUNTA 5. ¿Cree que las diferentes tonalidades de la piel de los humanos causada por la melanina son ventajosas, desventajosas o inocuas? “Son ventajosas porque protegen la vida de los rayos UV y si hablamos de los australopitecos, por allá en zonas como africanas con más razón ya que estas zonas promueven la pigmentación”.	El ambiente y la potencialidad de cambio adaptativo en los organismos explican las AB. (o) (sc) Los cambios adaptativos en diferentes organismos explicados como respuestas al medio ambiente (ε) (oN)	Lamarckismo ambiental

DOCENTE 3		
Respuestas en la entrevista a las 5 preguntas	Compromisos ontológicos (o) y compromisos epistemológicos (E) en relación con la dimensión sociocultural (sc) y la ontogenética (ON)	Zonas de perfil conceptual
PREGUNTA 1. ¿Por qué cree que los perros tienen el sentido del olfato tan desarrollado? “Los perros tienen el olfato muy desarrollado ya que deben captar diferentes olores del ambiente para poder cazar o reproducirse”.	El ambiente y la potencialidad de cambio adaptativo en los organismos explican las AB. (o) (sc) Los cambios adaptativos en diferentes organismos se explican como respuestas al medio ambiente. (E) (ON)	Lamarckismo ambiental
PREGUNTA 2. Existe evidencia anatómica y fisiológica que muestra que el olfato de los lobos, chacales, coyotes y zorros es muy similar al de los perros. ¿Cómo podría explicar estas similitudes? “Todos estos animales tienen necesidades alimenticias similares dadas por el entorno en el que viven las presas que cazan”.	El ambiente y la potencialidad de cambio adaptativo en los organismos explican las AB. (o) (sc) Los cambios adaptativos en diferentes organismos explicados como respuestas al medio ambiente. (E) (ON)	Lamarckismo ambiental
PREGUNTA 3. ¿Cómo podría explicar el comportamiento migratorio de las aves? “Debido a cambios hormonales causados por los cambios de las estaciones”.	Utilización del término adaptación en su acepción fisiológica y no evolutiva (o) (ON) Las AB son explicadas por procesos en los ciclos de vida los organismos mediados por cambios fisiológicos (E) (sc)	Aclimatación o adaptación fisiológica.
PREGUNTA 4. ¿Cree que el color rojo que da la hemoglobina a la sangre de los vertebrados o el azul verdoso de la hemocianina en algunos invertebrados es ventajoso, desventajoso o inocuo para estos organismos? “El color rojo de la hemoglobina o el azul de la hemocianina deben darles alguna ventaja a sus portadores o de lo contrario serían otras tonalidades las que estuvieran presentes en esos fluidos”.	Toda característica o rasgo de los organismos es una AB la cual ventajosa para el organismo. (o) (sc) Las AB aparecen para aumentar la eficacia biológica de los organismos en el proceso de selección natural. (E) (sc)	Adaptacionismo
PREGUNTA 5. ¿Cree que las diferentes tonalidades de la piel de los humanos causadas por la melanina son ventajosas, desventajosas o inocuas? “Son ventajosas para los individuos ya que la cantidad de melanina depende de los diferentes ambientes en los que viven las personas, ambientes más calientes producen mayor cantidad del pigmento”.	El ambiente y la potencialidad de cambio adaptativo en los organismos explican las AB. (o) (sc) Los cambios adaptativos en diferentes organismos se explican como respuestas al medio ambiente. (E) (ON)	Lamarckismo ambiental

Fuente: elaboración propia.

Los perfiles conceptuales de adaptación biológica (PCAB) están definidos por las zonas con denominaciones que agrupan las concepciones de los tres docentes sobre AB, las cuales en algunos casos difieren y en otros coinciden en sus compromisos ontológicos y epistemológicos. Dichas diferencias entre perfiles resultan de la heterogeneidad y modos de pensar sobre los conceptos propios de los individuos y las maneras en que estas ideas despliegan su pragmatismo (Mortimer, 1994; Mortimer y El Hani, 2014; Mortimer y Scott, 2000). Las zonas encontradas para cada uno de los casos analizados se muestran en la tabla 5 (la x representa la coincidencia en las concepciones que

presentan los docentes con las zonas y la cantidad de x las veces que se presentan las coincidencias). Es importante aclarar que el orden en el que se muestran las zonas en el perfil tiene que ver con el poder explicativo de cada zona, el cual es ascendente. Entonces, la zona de menor poder explicativo es Lamarckismo ambiental, y la de mayor poder el Darwinismo adaptativo, lo cual también está relacionado con los consensos actuales sobre biología evolutiva, ya sea desde el punto de vista científico o desde el escolar (Kampourakis y Zogza, 2006).



**Tabla 5.** Perfil conceptual de adaptación biológica (PCAB) para los tres docentes desde la interacción dialógica de las tres dimensiones

Zonas	Compromisos ontológicos (o) y epistemológicos (ε)		PCAB docente 1	PCAB docente 2	PCAB docente 3
Lamarckismo ambiental	O	El ambiente y la potencialidad de cambio adaptativo en los organismos explican las AB.	XX	X	XXX
	E	Los cambios adaptativos en diferentes organismos se explican como respuestas al medio ambiente.	XX	X	XXX
Aclimatación o adaptación fisiológica	O	Utilización del término <i>adaptación</i> en su acepción fisiológica y no evolutiva. (o)		X	X
	E	Las AB son explicadas por procesos en los ciclos de vida de los organismos mediados por cambios fisiológicos. (ε)		X	X
Adaptacionismo ecológico					
	E	Los beneficios ecológicos que el ambiente proporciona explican las AB. (ε) (sc)	X		
Darwinismo filogenético	O	Las especies están más o menos emparentadas dependiendo del tiempo de divergencia entre ellas. Prueba de ello son las similitudes adaptativas.	X	X	
	E	Existen AB similares en diferentes especies si estas están emparentadas filogenéticamente.	X	X	
Adaptacionismo	O	Toda característica o rasgo de los organismos es una AB la cual es ventajosa para el organismo.			X
	E	Las AB aparecen para aumentar la eficacia biológica de los organismos en el proceso de selección natural.			X
Pluralismo	O	No todas las características o rasgos de los organismos son adaptativos desde los presupuestos de la selección natural.	X	X	
	E	Existen características que son aparentes AB, pero estas pueden ser explicadas por otros mecanismos diferentes a la selección natural, tales como las restricciones en el desarrollo o causas físico-químicas no adaptativas.	X	X	
Darwinismo adaptativo	O	Las AB se explican por cambios en las poblaciones de individuos, las cuales están relacionadas con la supervivencia y reproducción. (o)		X	
	E	Las AB son consecuencia de un proceso de selección natural a nivel de las poblaciones. (ε)		X	

Fuente: elaboración propia.

A continuación se explican los principales hallazgos en los siguientes aspectos del PCAB de los docentes.

La zona Lamarckismo ambiental está presente en los tres docentes, es la que más explica las situaciones y preguntas que se hicieron en la entrevista. Estos resultados parecerían inusuales dado que este estudio se hizo con docentes en ejercicio que cuentan con cierta experiencia y preparación académica en el campo de la biología escolar. Sin embargo, si se alude al dominio sociocultural del concepto AB es importante recordar que a pesar de que a la luz de los conocimientos bio-

lógicos actuales muchos puntos del lamarckismo han sido rebatidos, en su momento plantearon una teoría coherente y plausible de la evolución, uno de cuyos postulados alude a que los cambios que se producen en el ambiente hacen que los organismos tengan que esforzarse para adaptarse a las exigencias de su hábitat y estos cambios son el motor que impulsa la adaptación y los procesos evolutivos (Gould, 2002). Entonces, estos modos de pensar sobre los conceptos, propios de los individuos en la zona Lamarckismo ambiental despliegan su coherencia lógica, plausibilidad y pragmatismo (Mortimer y El Hani, 2014).

En cuanto a la zona Aclimatación o adaptación fisiológica (presente en dos docentes) se trata de una explicación sobre las AB que es válida a la luz de los conocimientos actuales, pero que explica los fenómenos biológicos en el plano de la causalidad próxima (cambios fisiológicos a corto plazo, en el ciclo de vida de un organismo) y no alude a la causa remota o evolutiva (cambios de tipo filogenético a largo plazo, en tiempos geológicos) (Mayr, 1982). Es importante resaltar que Bishop y Anderson (1990) en una investigación sobre ideas alternativas detectaron estas concepciones en estudiantes.

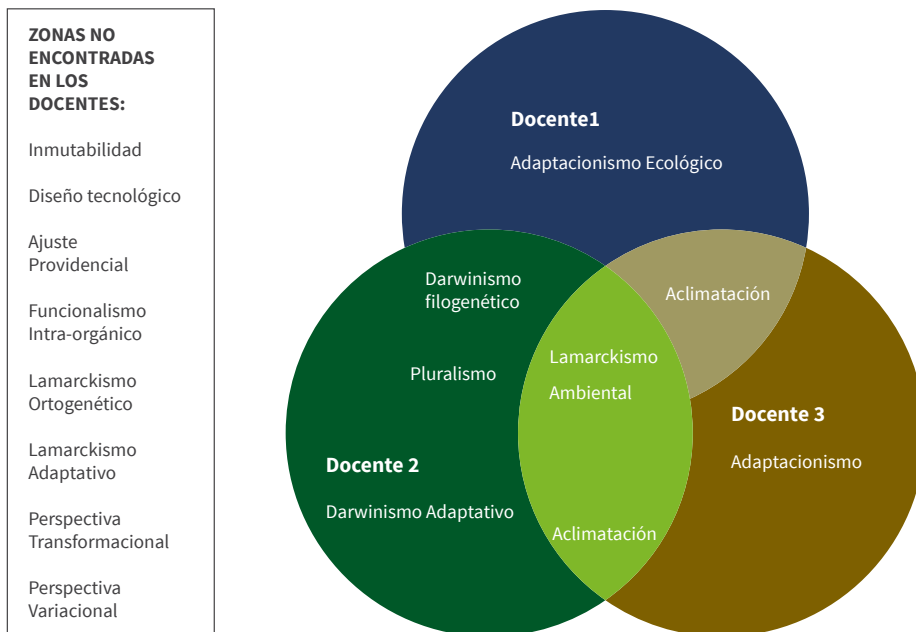
Las zonas Darwinismo filogenético (presente en dos docentes) y Darwinismo adaptativo (en un docente) que son las que más se acercan al conocimiento actual de la biología, como también al planteado en los programas de biología escolar (Kampourakis y Zogza, 2006), muestran un gran paralelismo con el desarrollo histórico-epistemológico del concepto AB, ya que si bien el hecho de la evolución como la planteó Darwin (las especies comparten un ancestro en común, Darwinismo filogenético) no generó tanta oposición en su momento como la selección natural como el mecanismo de la evolución y explicación de las AB (Darwinismo adaptativo).

Las zonas Adaptacionismo (presente en un docente) y Pluralismo (en dos docentes) son de especial interés dados los debates actuales de la biología evolutiva, en la que el adaptacionismo ha sido cuestionado por autores como

Gould y Vrba (1982) y Lewontin, (1983), quienes se refieren al “programa adaptacionista” como no totalmente adecuado para explicar la evolución biológica. Esta corriente se conoce con el nombre de *pluralismo* y se basa en el hecho de que no toda característica de un organismo ha sido moldeada por la selección natural que le imprima un valor adaptativo.

Algunas zonas que aparecieron en el dominio sociocultural, Inmutabilidad y Diseño teleológico, se asemejan a las encontradas por Sepúlveda (2010) denominadas *Funcionalismo intraorgánico* y *Ajuste providencial* desde el dominio ontogenético en una investigación similar a esta, pero llevada a cabo con estudiantes. Estas zonas no aparecieron en el dominio microgenético (concepciones de los docentes), lo cual podría deberse a que estas zonas de PC tienen unos compromisos ontológicos y epistemológicos muy básicos e ingenuos para comprender y hablar sobre AB. Lo anterior, al parecer, tiene que ver con el nivel de formación y de interacción social de los sujetos de la investigación (estudiantes en Sepúlveda [2010] versus docentes en esta investigación). Sin embargo, la zona variacional propuesta en Sepúlveda (2010), que es más o menos equivalente al Darwinismo adaptativo aparece en ambas investigaciones con similar poca frecuencia, lo que podría sugerir que la comprensión de la teoría darwiniana de la evolución es escasa, tanto en docentes como en estudiantes. En la figura 2 se presentan de una manera esquemática los PCAB de los docentes.

**Figura 2.** Zonas en los PCAB de los docentes.



Fuente: elaboración propia.

Desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias estos hallazgos resultan particularmente interesantes, ya que existen varios estudios que apuntan a la persistencia de concepciones alternativas en los estudiantes (Bishop y Anderson, 1990; Brumby, 1984; Ferrari y Chi, 1998 y Kampourakis y Zogza, 2006). En relación con este hecho, diferentes investigaciones argumentan que las prácticas docentes al enseñar los conceptos propios de la ciencia escolar son una de las fuentes principales de las concepciones alternativas de los estudiantes (Flores y García, 2011; Geelan, 2012; Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003; Sampson y Clark, 2007).

Es importante resaltar en este punto que, dadas las bases teóricas de los PC, no se trata de erradicar las concepciones alternativas respecto a un concepto científico para poder construir conocimiento científico escolar deseable, como en su momento lo planteó la teoría del cambio conceptual propuesta por Posner *et al.* (1982). De lo que se trata es de ser conscientes de estas zonas de perfil, para que puedan constituirse en oportunidades (semillas de cambio según Mortimer [1994]) para que evolucionen hacia zonas con mayor poder explicativo del concepto adaptativo como el darwinismo adaptativo, sobre todo cuando se asumen teniendo en cuenta su desarrollo histórico-epistemológico (dimensión socio-cultural) y cómo han sido investigadas desde posiciones didácticas relacionadas con las concepciones alternativas de un concepto (dimensión ontogenética).

## Conclusiones

El estudio del concepto AB desde los presupuestos teórico-metodológicos del PC permitió desarrollar los tres dominios genéticos del concepto: sociocultural, ontogenético y microgenético. Se mostró una polisemia que produjo gran variación conceptual con respecto a la AB, no solo desde lo histórico-epistemológico, sino también en las concepciones alternativas y en las concepciones de los docentes que fueron objeto de esta investigación. Lo anterior permitió modelar la heterogeneidad de pensamiento de los docentes generando siete zonas que caracterizaron el PCAB: Lamarckismo ambiental, Adaptación fisiológica, Adaptación ecológica, Darwinismo filogenético, Adaptacionismo, Pluralismo y Darwinismo adaptativo. La comprensión de estas zonas desde el punto de vista didáctico es una fuente de valioso conocimiento, debido a que la modelación de esta heterogeneidad de pensar la AB en los docentes a la luz de los PC permite entender cómo ha evolucionado el concepto AB y qué dificultades epistemológicas se han reconfigurado para proporcionarle un mayor poder explicativo. Lo anterior puede ser ajustado a la escuela, mejorando así los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto AB, de la teoría evolutiva y de la biología escolar.

El análisis de los diferentes compromisos ontológicos y epistemológicos que estructuraron zonas como el Lamarckismo ambiental y la adaptación fisiológica (aclimatación) los cuales tienen un poder explicativo menor que la zona Darwinismo adaptativo pueden ser una fuente de conocimiento en el que los compromisos ontológicos y epistemológicos de estas zonas sean negociadas desde una heurística que permita utilizarlos como puntos de partida y oportunidades para complejizar la comprensión del concepto AB y de los procesos de enseñanza y aprendizaje de este.

Consolidar la propuesta teórico-metodológica de los PC como una alternativa didáctica para hacer investigaciones sobre conceptos científicos en contextos de enseñanza, ya no solo desde la perspectiva de los estudiantes, sino —como lo mostró esta investigación— desde la perspectiva de los docentes, puede dar lugar a la comprensión de diversas problemáticas asociadas a la enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos, y así considerar aspectos relevantes para tener en cuenta en la formación inicial y permanente del profesorado de ciencias.

Finalmente, estudiar las concepciones del profesorado de biología desde la óptica de los PC puede aportar nuevo conocimiento en didáctica de las ciencias, ya que los fundamentos mismos de la investigación en didáctica reclaman la importancia de indagar y reflexionar sobre el pensamiento de los docentes, sobre todo teniendo en cuenta que existen profundas relaciones entre sus discursos y el origen de las ideas alternativas de los estudiantes sobre conceptos científicos. Esta mirada problematizadora puede aportar valioso conocimiento para encarar problemas relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, lo cual puede orientar con fundamento cómo intervenir la formación inicial y continua de los docentes.

## Referencias

- Bachelard, G. (2003). *La filosofía del no*. Amorrortu.
- Bishop, B. A. y Anderson, C. W. (1990). Student conception of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427.
- Brumby, M. N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68(4), 493-503.
- Chaves, G. A. (2018). Perfil conceptual docente sobre evolución biológica. *Tecné, Episteme y Didaxis*. 1(48).
- Cobern, W. (1996). College student's conceptualizations of nature: An interpretative world analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 985-951.



- Ferrari, M. y Chi, M. (1998). The nature of naïve explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1231-1256.
- Flores, R. y García, M. (2011). Concepciones alternativas de los profesores de biología. Una aproximación desde la investigación educativa. *Educación y Desarrollo Social*, 1, 13-23.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias* 4(1), 30-35.
- Geelan, D. (2012). Teacher explanations. En B. J. Fraser (Ed.), *Second international handbook of science education* (1987-999). Springer.
- González, L. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural*. Universidad de Buenos Aires.
- Gould, S. J. (2002). *The structure of evolutionary theory*. Harvard University Press.
- Gould, S. y Vrba, E. S. (1982). Exaptation—a missing term in the science of form. *Paleobiology*, 8, 4-15.
- Jiménez, M. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones técnicas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370.
- Kampourakis, K. (ed.) (2013): *The Philosophy of Biology: A Companion for Educators*. Science & Education. 23. 1381-1402. 10.1007/s11191-014-9699-5.
- Kampourakis, K. y Zogza, V. (2006). Students' preconceptions about evolution: How accurate is the characterization as "Lamarckian" when considering the history of evolutionary thought? *Science & Education*, 16, 393-422.
- Lewontin, R. (1983). The organism as the subject and object of evolution. *Scientia*, 118, 63-82.
- Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological Thought*. Harvard University Press.
- McMullan, M., Quevedo, A. y Donegan, T. (2011). *Guía de campo de las aves de Colombia*. Sage Publications.
- Mortimer, E. F. (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: Mudança de perfis conceituais*. [Tesis de doctorado, Universidade de São Paulo].
- Mortimer, E. y El-Hani, C. (Eds.) (2014). *Conceptual profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts*. Springer.
- Mortimer, E. F. y Scott, P. H. (2000). Analysing discourse in the science classroom. En J. Leach, R. Millar y J. Osborne (Eds.). *Improving science education: The contribution of research*. Open University Press.
- Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. y Gerzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education* 66, 211-227.
- Sampson, V. y Clark, D. (2007). Incorporating scientific argumentation into inquiry-based activities with online personally seeded discussions. *Science Scope*, 30(6), 43-47.
- Sepúlveda, C. y El-Hani, C. (2010). *Construcción de perfil conceptual de adaptación y análisis de la dinámica discursiva en contextos de enseñanza de la evolución*. [Tesis de doctorado, Universidad Federal de Bahía].
- Vygotsky, L. S., Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S. y Souberman, E. (Eds.) (1978). *Mind in society: The development of higher psychological process*. Harvard University Press.
- Wells, G. (2008). Learning to use scientific concepts. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 329-350. 10.1007/s11422-008-9100-6
- Yin, R. (2009). *Investigación sobre estudio de casos: diseño y métodos*. Sage Publications.