

# Episodios científicos históricos y la enseñanza de la noción de ser vivo en básica primaria

*Diana María Rodríguez Ramírez*<sup>†</sup>  
*Ángel Enrique Romero Chacón*<sup>‡</sup>

## Resumen

Este texto hace parte del proyecto de tesis doctoral en el marco del Doctorado en Educación, línea de educación en ciencias naturales, de la Universidad de Antioquía (Medellín, Colombia).

La investigación tiene como propósito general analizar la manera en la que el uso de episodios científicos históricos acerca de la noción de ser vivo, que vinculen elementos de la experimentación, podrían constituirse como fundamento para el mejoramiento de la visión de ciencia que tienen los docentes de básica primaria.

Se identifican inicialmente elementos problemáticos presentes en la enseñanza de las ciencias, resaltando algunos propios de la educación en básica primaria. A partir de esta panorámica, se propone vincular, en el proceso de formación de profesores de ciencias de primaria en ejercicio, reflexiones surgidas de la Historia y la Filosofía de las Ciencias. Se presentan, en particular, algunos resultados del análisis conceptual que ha permitido establecer puntos de convergencia entre núcleos temáticos objetos de investigación: el uso episodios históricos de las ciencias, la experimentación en la enseñanza de las ciencias y la noción de ser vivo. Los análisis adelantados permiten resaltar que la inclusión de reflexiones de la Historia y la Filosofía de las Ciencias posibilita a los profesores abordar adecuadamente los contenidos disciplinares y se constituye en un insumo valioso para la planeación de sus clases al favorecer la vinculación espacios de interacción discursiva y de co-construcción reflexiva.

.....  
<sup>†</sup> Universidad de Antioquia (Colombia). Grupo de investigación ECCE. Correo electrónico: dmaria.rodriguez@udea.edu.co

<sup>‡</sup> Universidad de Antioquia (Colombia). Grupo de investigación ECCE. Correo electrónico: angel.romero@udea.edu.co

## Introducción

En la enseñanza de las ciencias (EC) se han identificado varias problemáticas. Si bien vivimos en una época de significativos avances científicos y tecnológicos, los estudiantes no están preparados para desenvolverse con éxito en estos campos, sobre todo en nuestros contextos latinoamericanos donde la desigualdad y el poco acceso a recursos básicos es evidente. Furman y Luzuriaga (2018) señalan al respecto que en América Latina prima una enseñanza basada en enfoques enciclopédicos con baja demanda cognitiva, lo que tiene como resultado un aprendizaje memorístico con pocas capacidades científicas y un pensamiento analítico incipiente. Adicionalmente, se evidencia que los profesores en su afán por atender a las demandas ministeriales y a la fuerte presión de las evaluaciones estandarizadas, priorizan el desarrollo de contenidos por encima de otros elementos fundamentales en la construcción social del conocimiento científico escolar, como las interacciones discursivas y la co-construcción<sup>1</sup> reflexiva (Candela, 2020). Esto ha ocasionado una ausencia de actividades claves para aprender ciencias, privilegiándose una enseñanza memorística centrada en el maestro, con metodologías descontextualizadas y poco llamativas (Doménech, Pro Bueno & Solbes, 2016). Ejemplo de esta problemática es la forma como usualmente se abordan las actividades prácticas, a través de las cuales se evidencia una marcada tendencia a asumir la experimentación como recurso verificador de teóricas, vía la inducción o la deducción (Romero & Aguilar, 2013).

Otro elemento que ha llamado la atención en la investigación en EC se relaciona con la comprensión de aspectos relacionados con la naturaleza del conocimiento científico y las implicaciones que derivan para su enseñanza. Acevedo et al. (2017) presentan este asunto como una problemática, específicamente relacionada con la forma en la cual se incorporan y desarrollan en los currículos aspectos asociados a la *naturaleza de la ciencia* (Nature of Science, NOS), ya que aunque están siendo incorporados en documentos educativos internacionales como los Next Generation Science Standards —NGSS— y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), su inclusión en los diseños curriculares particulares es aún muy incipiente, centrándose en abordarla —en el mejor de los casos— desde asuntos meramente epistémicos y dejando de lado aquellos no-epistémicos. Esto resulta problemático ya que, si un profesor tiene una visión dogmática de la ciencia, éste la presentará a través de la enseñanza como una colección de saberes con carácter de verdad absoluta, que deben ser memorizados; hecho que no permitirá orientar su práctica hacia asuntos asociados a los procesos de validación de conocimiento tales como la cooperación científica, los aspectos morales y éticos, así como los contextos históricos, sociales y culturales que están presentes en las dinámicas científicas.

.....

<sup>1</sup> Cubero et al. (2008) consideran que el aprendizaje en la escuela, es una actividad social e implica la interacción con otros; en esta dinámica, el lenguaje es el medio y la acción a través del cual se construye conocimiento. Con el término co-construcción reflexiva las autoras resaltan la importancia de la interacción discursiva, entendida esta no sólo como una vía por la que se transmiten mensajes, sino una actividad en la que se genera significados colectivos.

Los profesores que asumen una enseñanza de este tipo, estarían promulgando (consciente o inconscientemente) una manera particular de asumir la ciencia y sus dinámicas que dificulta en los estudiantes el desarrollo y consolidación de un pensamiento más crítico en el que encuentren sentido y utilidad a lo que se aprende en la escuela (Hodson, 2003; Aduriz-Bravo, 2005; Romero et al, 2016).

Para el caso de la EC en Educación Básica Primaria (EBP) este último asunto resulta particularmente problemático, en la medida que frecuentemente los profesores que enseñan ciencia en estos niveles educativos no están formados en una disciplina específica, razón por la cual en sus planeaciones de clase se remiten a las orientaciones descritas en las normas técnicas curriculares que estipulan los objetivos y fines de la educación; para el caso de Colombia tales documentos son los Estándares Básicos de Competencia (EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), donde son ausentes los asuntos mencionados como aquellos relacionados a los factores internos y externos de la dinámica científica (Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón, 2017)

Así, en la EC en EBP se destacan tres aspectos que se constituyen en objeto de reflexión del presente texto: la desarticulación entre las diferentes áreas del conocimiento y la subsecuente priorización en la enseñanza de unas áreas sobre otras; la tendencia a visibilizar como principal —y en ocasiones único— propósito el desarrollo de habilidades lecto-escritoras y lógico matemáticas, dejando de lado las ciencias naturales (Doménech, Pro Bueno & Solbes, 2016); y el hecho que los profesores a cargo de este nivel educativo —al menos en Colombia— no necesariamente están formados en el área (Fuentes y Mosquera, 2019). Estas dificultades han conducido a una incipiente alfabetización científica en los primeros años escolares y a un desconocimiento de las dinámicas que en ella se llevan a cabo. Es en este sentido que Furman y Podestá (2014) destacan la importancia de formar en esta etapa escolar hábitos de pensamiento más sistemáticos y autónomos, e incentivan a ejecutar prácticas de aula pertinentes que promuevan pensamientos críticos, propositivos y reflexivos sobre el mundo natural.

La presente investigación asume como presupuesto que la inclusión en la EC en EBP de reflexiones surgidas de la Historia y la Filosofía de las Ciencias (HFC), a través del uso de episodios científicos históricos, se constituye en un elemento valioso para afrontar las problemáticas mencionadas. Tal inclusión propicia la generación de espacios que favorecerían la identificación, por parte de los profesores, de modos y procedimientos de constitución y desarrollo del conocimiento científico, a la vez que posibilita el abordaje de los contenidos disciplinares de forma más eficaz y adecuada para este nivel educativo. A pesar que dicha inclusión se ha desarrollado ampliamente en educación media y en formación de profesores de ciencias, poco se ha trabajado en EBP y en formación de profesores de este nivel, hecho por el cual se podría constituirse una alternativa para establecer una relación equilibrada entre asuntos epistémicos y no-epistémicos necesarios para reflexionar sobre temáticas asociadas a la NOS.

## La Historia De La Ciencia En Los Contextos Escolares

Los análisis conceptuales adelantados han permitido identificar varios enfoques de Historia de las Ciencias (HC) que se dinamizan en la escuela, cada una de ellas agenciando implicaciones particulares para la EC. Entre ellos se encuentran: i) la historia anacrónica, ii) la historia hagiográfica, iii) la historia diacrónica; iv) la historia sancionada (Izquierdo et al., 2016). Algunas de las implicaciones que estas perspectivas historiográficas tienen en la enseñanza de las ciencias son: generar imágenes de la actividad científica limitadas y excluyentes, al identificarla con la verdad absoluta; desdibujar el trabajo en equipo y la importancia del lenguaje en los procesos de validación del conocimiento; favorecer una tendencia a presentar de forma cronológica y lineal los datos y personajes y resaltar tendencias perfeccionistas donde no tiene espacio el error o posturas diferentes para un mismo fenómeno. En la Tabla 1 se describen estos tipos de HC; allí se ejemplifica la forma como cada perspectiva asume la temática disciplinar asociada a la noción de ser vivo y se caracterizan algunas implicaciones en la EC.

Los análisis adelantados permiten resaltar la importancia de explicitar una *buena historia* que corresponda a los “acuerdos de la historiografía del momento, sin anacronismo ni hagiografía” (Izquierdo et al., 2016, p. 24). Este ejercicio se podría dinamizar a partir de la identificación y análisis de *episodios científicos históricos* (ECH) entendidos como sucesos que por su relevancia requieren ser contados y se constituyen en un hecho revolucionario y trascendental para la comprensión de la génesis y el desarrollo de perspectivas científicas; a través de ellos se retoman los aportes de los diferentes pensadores y de los contextos donde acaecieron, dando lugar a lo que podría denominarse una historia socio-cultural de la ciencia. Una vez identificados, es preciso que estos episodios se adecuen a la enseñanza para que resulten convenientes en la comprensión de fenómenos en el contexto escolar, proceso denominado recontextualización de saberes<sup>2</sup> (Bernstein, 1985). Si bien esta perspectiva no tiene todas las soluciones, permitiría “humanizar las ciencias y acercarlas más a los intereses personales, éticos, culturales y políticos; pueden hacer las clases más estimulantes y reflexivas, incrementando así las capacidades del pensamiento crítico; pueden contribuir a una comprensión mayor de los contenidos científicos; pueden contribuir un poco a superar el «mar de sinsentidos»” (Matthews, 1994, p. 256).

Los EHC narrados a través de controversias, en particular, se constituyen en una fructífera forma de presentar la historicidad de las ciencias. En efecto, es a través del calor de una discusión en foros oficiales —grupos académicos, revistas investigativas— u oficiosos —prensa general, debates públicos, tribunales— (Latour, 1991), donde usualmente los científicos presentan y confrontan sus argumentos sobre una perspectiva explicativa particular, argumentos que hacen parte del juego de la retórica donde cada uno de los participantes debe hacer uso de sus mejores estrategias para vencer su oponente. Es en

.....  
<sup>2</sup> Tal como lo propuso Bernstein (1985), la recontextualización de saberes es un proceso por el que se sitúa un conocimiento de manera significativa en un contexto diferente al que se originó.

este punto donde se vinculan algunos elementos propios de la argumentación que juegan un papel trascendental en la forma en la que resuelve una controversia.

Para el caso particular, se analiza la controversia acaecida entre Louis Pasteur y Felix Archiméde Pouchet entorno a dos perspectivas sobre el origen de la vida: la generación espontánea vs la biogénesis. En su desarrollo, cada adversario presenta diversos recursos (observaciones, experimentos, argumentos, teorías,) para confrontar la idea de su contrinicante. Dicha contienda, se enmarca en un contexto específico donde se evidencian asuntos epistémicos, como los asociados al rol de la experimentación y el carácter provisional de las teorías científicas, a la vez que asuntos no-epistémicos, como aquellos referidos al papel que juega la comunidad científica y factores externos como el contexto histórico, social y cultural.

*Tabla 1.* Tipos de Historia de la Ciencia presentadas en ambientes escolares

<b>Historia Anacrónica</b>	
<b>Característica:</b> Interpreta los EHC descontextualizados, como si se desarrollaran en ambientes científicos de la actualidad.	<b>Ejemplo relacionado con la noción de ser vivo:</b> El señalamiento despectivo sobre los aportes de Lamarck a la comprensión del concepto de evolución, evaluando sus ideas como erradas a la luz de los estudios genéticos actuales.
<b>Implicaciones para EC:</b> Las limitantes de esta perspectiva radican en que deja de lado elementos asociados a procesos de consenso y disenso, presentan la ciencia como producto inequívoco, objetivo y con tendencias al progreso. Desdibuja el trabajo de algunos grupos minoritarios dedicados a la ciencia.	
<b>Historia Hagiográfica/Lineal</b>	
<b>Característica:</b> Selecciona un personaje histórico que enaltece —héroe histórico— dejando de lado el papel de las comunidades científicas que dinamizan los procesos de construcción de conocimiento y el papel cultural de la ciencia. Historia de hechos aislados, fechas y acontecimientos sin contexto.	<b>Ejemplo relacionado con la noción de ser vivo:</b> Reconocer solo los aportes de Watson y Crick a la comprensión de lo vivo a partir de la cualidad de replicarse gracias a moléculas que contienen información genética (ADN), dejando de lado los aportes de otras científicas como Rosalind Franklin
<b>Implicaciones para EC:</b> Una enseñanza que incorpore esta perspectiva, desdibuja el trabajo en equipo, la importancia del lenguaje en los procesos de validación del conocimiento y la cultura como un elemento trascendental en el desarrollo de la ciencia.	
<b>Historia Diacrónica</b>	
<b>Característica:</b> Hace referencia a esa forma particular de narrar los hechos con una visión del presente sin desmeritar los aportes del pasado. Un historiador de este tipo organiza los eventos que considera relevantes a lo largo del tiempo.	<b>Ejemplo relacionado con la noción de ser vivo:</b> presentar de forma lineal épocas y personajes en términos de las diferentes corrientes de pensamiento que se presentaron a lo largo de la historia (mecanicismo, vitalismo, organicismo, el pensamiento sistémico y el neo mecanismo).
<b>Implicaciones para EC</b> Una enseñanza permeada por esta perspectiva tiene una tendencia a presentar de forma cronológica datos y personajes.	

*Cont.*

---

**Historia recurrente o historia sancionada**


---

**Característica:** Relata un hecho del pasado a la luz de los valores de la ciencia actual. Esta perspectiva presenta una historia positiva, ya que solo narra las construcciones conceptuales que llegan a feliz término y, por el contrario, anula o invisibiliza aquellos aportes que no fueron “exitosos” al interior de las comunidades científicas

**Ejemplo relacionado con la noción de ser vivo:** presentar a Pasteur como el vencedor sobre Pouchet en la discusión sostenida alrededor del origen de la vida, a pesar que este último presentaba procedimientos experimentales minuciosos y muy descriptivos que estaban a favor de la generación espontánea.

---

**Implicaciones para EC:** Una enseñanza que incorpore esta perspectiva presentaría el desarrollo de la ciencia con tendencias de perfección donde no tiene espacio el error o posturas diferentes para un mismo fenómeno

---

**Historia Socio-cultural**


---

**Característica:** Algunos sucesos que por su relevancia requieren ser contados y se constituyen en un hecho revolucionario y trascendental para la comprensión de la génesis y el desarrollo de perspectivas científicas, retomando los aportes de los diferentes pensadores y de los contextos donde tuvieron lugar.

**Ejemplo relacionado con la noción de ser vivo:** Discusión acaecida entre Pasteur y Pouchet (narrativa que presenta la importancia de asuntos vinculados a NC como: provisionalidad de las teorías científicas, diseño de investigaciones y resultados experimentales, papel de la comunidad científica, Competencia científica y contexto histórico, social y cultural.

---

**Implicaciones para la EC:** Los EHC a la EC en EBP podrían proporcionar contextos, reconocer las ideas de los estudiantes, posibilita pensar nuevas estrategias para presentar temas complejos, sugerir preguntas desafiantes y, sobre todo, permitir la reflexión sobre asuntos asociados a la NOS. Dichos episodios narrados a través de caricaturas o relatos cortos con elementos claves y con un lenguaje cercano a los estudiantes de básica primaria, se constituyen en una forma de presentar la historicidad. Los estudiantes de este nivel requieren un apoyo visual y elementos concretos que les permita construir conocimiento de forma más cercana a su realidad.

---

## Enseñanza de las ciencias en básica primaria

En ocasiones se suele pensar que la educación científica en las primeras edades es un proceso poco productivo. Pujol (2003) argumenta que el aprender ciencias va más allá de memorizar teorías y leyes definidas por una comunidad científica; por el contrario, este proceso implica la integración de formas culturales en la propia estructura cognitiva fundamentalmente a través del lenguaje y en la interacción con otros. Desde esta premisa, es necesario en las escuelas de primaria propiciar espacios de aprendizaje que favorezcan el desarrollo de las capacidades necesarias para la construcción de conocimiento científico escolar.

La EC en EBP se desarrolla usualmente a través de enfoques pedagógicos particulares cuyas reflexiones no están exentas de desafíos y limitaciones. En este sentido, en el contexto europeo y norte americano se identifican algunas tendencias hacia las denominadas pedagogías activas tales como: el Aprendizaje Basado en Proyectos (Aguirregabiria & García, 2020) el Aprendizaje Basado en Problemas (Guerrero, 2019), el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (Suaza, 2019) y el enfoque STEM (Science, Technology,



Engineering and Mathematics) (Useche & Vargas, 2019 ). Sin embargo, se evidencia una escasa producción en el contexto latinoamericano y en particular el colombiano, lo que ratifica la pertinencia de la presente investigación y la necesidad de sistematizar los trabajos realizados en este campo.

Además de los asuntos referidos, algunos autores señalan la necesidad de incluir en la EBP la experimentación como estrategia didáctica. Andrade (2012) lo propone como un elemento valioso para la enseñanza en dicho nivel, resaltando que esta forma particular de enseñar ciencias acerca más a los estudiantes a las dinámicas científicas y los vincula de forma directa con su propio proceso de aprendizaje. Se resaltan, en este sentido, importantes elementos relacionados con las dificultades identificadas al realizar actividades de laboratorio; dentro de ellas se destacan: el amplio número de estudiantes en el salón de clase, el temor por la manipulación de instrumentos, la debilidad en la formación inicial y continua de profesores y la precariedad y escasez física de los laboratorios (Marino, 2020; Aviles & Galembeck, 2020). Asimismo, se reconoce que la experimentación en este nivel educativo tiene como característica constante el uso de la observación, en la mayoría de los casos asociada al denominado método científico; sin embargo, este enfoque presenta algunas limitaciones (De la Blanca, Hidalgo & Burgos, 2013).

En relación a las ideas que suelen presentar los estudiantes acerca de la noción de ser vivo, se identifica que se establece un énfasis en aspectos macroscópicos y su vinculación con procesos asociados a la nutrición-digestión, la respiración, la reproducción y la circulación; en suma, una visión mecanicista complementada con el frecuente uso de modelos animistas (Medina, 2011). Lo anterior no es un asunto fortuito, pues puede considerarse que se deriva de dos asuntos complejos presentes en EC en EBP. Por un lado, se presenta por el aparente desconocimiento de los docentes en contenidos disciplinares (Monereo Font, 2010; Neto & Fracalanza, 2003), ya que una gran proporción de ellos no están formados en disciplinas específicas (Martínez & Acevedo, 2005), y quienes lo están adolecen en su formación de un acercamiento a reflexiones desde la HFC. Por otro lado, los EBC y los DBA presentan la noción de ser vivo en términos de ciclos lo que se constituye en una visión excesivamente simplificada, que deja de lado aspectos relacionados con interacción con el otro (Perspectiva simbiótica).

### Reflexiones de la filosofía de las ciencias acerca de la noción de ser vivo

La noción de ser vivo ha generado importantes discusiones en la comunidad científica, siendo algunas de las razones de ello su vinculación con posturas religiosas, políticas y un fuerte vínculo con reflexiones filosóficas. Aunque no se pretende solucionar este asunto, que aún es tema de discusión, es intención de este texto fundamentar una posible forma de comprender y llevar a contextos escolares este tema tan complejo.

De acuerdo con Uribe (2006), desde el siglo XIX se han venido realizando diversos y relevantes estudios que han aportado a la significación y definición del ser vivo,

identificándose cuatro tendencias enfocadas a las características o capacidades que los seres vivos poseen. La primera establece que un organismo es vivo si puede hacer metabolismo celular; la segunda destaca la importancia del ADN y su capacidad de replicarse; La tercera, por su parte, resalta la cualidad de cambio asociado a la evolución; por último, se encuentra una inclinación por lo ecológico o una visión sistémica. Aunque se retomaran algunos elementos de las tres primeras, este proyecto se focaliza en la última de estas perspectivas, en tanto se reconoce la importancia de fortalecer en la EBP procesos de interacciones respetuosas con el medio ambiente, como aquellos propiciados a través de proyectos asociados a jardines funcionales donde es posible identificar relaciones inter e intra específicas vitales en los ecosistemas y necesarias para perpetuar la vida. A continuación, se presenta una descripción de cada una de ellas, retomadas de Uribe (2006).

*Un ser vivo debe realizar metabolismo celular:* hace referencia a todos los procesos químicos que tienen lugar dentro de las células (tanto procariontas como eucariotas) y como resultado se obtiene energía y componentes básicos para los procesos esenciales. Esta categoría incluye la comprensión de la célula como esencia biológica, razón por la cual los estudios de Leeuwenhoek, Schleiden, Virchow, entre otros, son claves para comprender la estructura y función celular como principio básico de lo vivo.

*Un ser vivo debe tener moléculas con información genética:* esta clasificación describe a lo vivo en función de la presencia de moléculas con la capacidad de contener información genealógica (continuum filogenético/ascendencia genética). Para la comprensión de esta categoría se destacan los trabajos de Lamarck, Wilkins, Watson y Crick.

*Un ser vivo debe tener la capacidad de evolucionar:* un organismo que se encuentre dentro de esta categoría debe tener la capacidad de transformarse y adaptarse a través del tiempo. Si bien esta perspectiva tiene relación con las anteriores, adiciona un elemento característico vinculado con las teorías de evolución. Algunos de los científicos que ayudan a comprender lo vivo desde esta perspectiva son Lamarck, Wallace y Darwin; científicos como Stephen y Eldredge amplían la explicación a las nuevas especies y categorías superiores con el “equilibrio interrumpido” ausente en la teoría darwiniana.

*Un ser vivo debe coexistir:* desde este enfoque no basta con entender solo la estructura genética y la bioquímica celular sino también su relación con el ambiente. Es de esta perspectiva donde emergen los estudios de Maturana y Varela (1980) sobre la teoría de *autopoiesis* como una propiedad del todo. Esta concepción de lo vivo se encuentra en correlación con la nueva forma de concebir el mundo: ya la naturaleza no se explica en términos de una máquina responsable de que la vida exista tal y como la conocemos (teoría mecanicista); por el contrario, la noción de ser-vivo es comprendida como un todo indivisible y dinámico. Esta perspectiva, denominada holística, expone que el todo es más que la suma de las partes, y comprenderla desde un sistema implica entender lo vivo en-relación-con. Es



en este sentido que Margulis (1998) acuña el concepto “simbiogénesis” como la forma de explicar la existencia de nuevas especies a través de asociaciones simbióticas permanentes. Aunque esta perspectiva ha tenido algunos detractores, los estudios de biología molecular a través de secuenciación de ácidos nucleicos permite comprender el origen de células animales y vegetales a través de simbiosis y no sólo a partir de transferencia horizontal como se explica en el darwinismo. Es así que se atribuye a los virus una carga importante de transmisión de genes entre especies diferentes que pueden desembocar en cambios evolutivos importantes.

Los diferentes intentos por responder a la cuestión sobre las características que nos permiten reconocer que estamos ante un ser vivo, son agrupadas por Diéguez (2012) en dos enfoques: i) Tratamiento de información o enfoque informacional, referido a la reproducción y la capacidad de contener información genética replicable, el cual centra el concepto de vida en elementos asociados a la variabilidad genética, la herencia y adaptación al medio; ii) Autonomía o enfoque auto-organizativo, referido a procesos de homeóstasis (Autorregulación, auto mantenimiento, metabolismo), donde se focaliza la noción de ser vivo a la autopoiesis (Maturana & Varela, 1997). No obstante, ambos enfoques presentan algunas limitaciones: el primero, no puede resolver los casos referidos a los híbridos estériles o a los insectos sociales; el segundo, por su parte, no puede explicar la razón por la cual un conjunto de componentes aislados puede surgir espontáneamente, manteniendo su estabilidad. A partir de estas consideraciones y las aparentes limitaciones de ambos enfoques, para atender a todas las particularidades que la vida ofrece surge la propuesta de Dyson (1999) quien define el origen de lo vivo a partir de una simbiosis entre el enfoque informacional y el auto-organizativo, es decir, la vida surge del metabolismo y la replicación. Sumado a esta diada para entender a la complejidad de la vida, Ruiz-Mirazo, Peretó y Moreno (2004) (citado por Diéguez, 2012) proponen que, para cumplir estas dos propiedades, un ser vivo debe gozar de las siguientes características: (a) Límite activo semipermeable, (b) Un aparato de transducción y (c) Dos tipos de macromoléculas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, este proyecto propone una relación equilibrada entre la perspectiva de Margulis (1998) desde la “simbiogénesis” y la relación entre enfoque informacional y el auto-organizativo propuesto por Ruiz et. al (2004). Ambas perspectivas se constituyen en un campo rico para la comprensión y enseñanza de la noción de ser vivo en la EBP dado que: i) permite comprender que no existe una única forma de explicar los fenómenos; ii) las teorías vigentes como el darwinismo pueden ser insuficientes para explicar ciertos casos como los grandes cambios a nivel evolutivo; iii) posibilita explicar algunas particularidades en organismos complejos como los criptobióticos o insectos eusociales; iv) permite entender lo vivo en-relación-con el otro y reconocer la Tierra como organismo vivo y v) pone en evidencia la insuficiencia de la forma en la que se presenta asuntos epistémicos y no-epistémicos en las orientaciones curriculares en Colombia.

Para cerrar este apartado, y retomando algunos aspectos sobre la NOS mencionados por Dusch (1997), es importante resaltar que para la comprensión de la noción de ser

vivo existen varias perspectivas, cada una de las cuales enfatiza en elementos diferentes. Así, en la EC las pautas para juzgar las construcciones teóricas no deben ser asumidas en términos de correcto o incorrecto, pues explicar el origen de la vida a través de la generación espontánea es tan válido como explicarlo a partir de la existencia de microorganismo primitivos; ambas posturas, aunque rivales, fueron necesarias para la génesis conceptual.

Complementariamente, es preciso percatarse que los modelos utilizados en una época en particular están vinculados con elementos sociológicos; es así que pensar la vida en términos de evolución, puede ser tan controversial como pensarlo desde lo sistémico. La perspectiva de Margulis (1998) resulta polémica, debido a su postura sobre la Tierra como organismo vivo, “Gaia es simbiosis vita desde el espacio: todos los organismos se están tocando porque todos están bañados en el mismo aire y la misma agua que fluye” (p. 14), postura que centra la atención en las prácticas humanas y las relaciones complejas que se tejen (desigualdad, contaminación, guerra). En su momento, esta perspectiva contó con amplios detractores por su énfasis en los problemas globales que dañan la biosfera y el señalamiento a la humanidad sobre la relación que establecemos con “—el otro— y —lo otro—” es decir, lo vivo no se define exclusivamente en términos de una máquina: no son las partes y las fuerzas (teoría mecanicista) las responsables de que la vida exista tal y como la conocemos; por el contrario, es comprendido como un todo indivisible y dinámico, donde los vínculos establecidos por las primeras formas de vida sobre la Tierra, posibilitaron la complejización y diversidad de los organismos, focalizando las implicaciones de la relación del hombre con los ecosistemas.

### La experimentación y sus nexos con la historia y la filosofía de la ciencia

El debate sobre la relación teoría-práctica es antiguo en filosofía de la ciencia; lo relevante son los nuevos enfoques que han venido surgiendo. Hacking (1996) da un giro en la filosofía de la ciencia clásica al reivindicar el papel del experimento en la práctica científica y señalar que “la filosofía debía empezar a reflexionar sobre lo que comenzó por allá en el siglo xvii. La aventura que entonces se inició, y que puso por base la experimentación, fue llamada filosofía experimental” (p. 52). Retomando estas ideas, Iglesias (2004) hace referencia a la importancia de las prácticas experimentales, para mostrar el giro necesario en filosofía de la ciencia y el cambio de la tradicional relación entre teoría y experimento.

La presente propuesta retoma los trabajos de Hacking (1996), Ferreirós y Ordoñez (2002), Steinle (1997) e Iglesias (2004), quienes reclaman la necesidad de reflexionar sobre la relación entre teoría y práctica y proponen cambiar la visión clásica de esta relación, caracterizada asumir la experimentación como subsidiaria de las construcciones teóricas, al concebirla como una simple herramienta para corroborar hipótesis o para constatar leyes. Dichas reflexiones apuntan a despojarse de una visión teoreticista, entendida como la tendencia, en la dinámica científica, a privilegiar la teoría sobre la experimentación,

y pasar a una perspectiva que permita comprender la estrecha relación existente entre teoría y práctica.

Apoyados en esta perspectiva, Ferreirós y Ordóñez (2002) adelantan un análisis atendiendo al rol atribuido a la experimentación en su relación con la dimensión conceptual, así como a la intención y propósito de quienes la utilizan, y proponen una tipología cuadripartita de experimentación. Por una parte, está la distinción entre experimentación cualitativa y experimentación cuantitativa y, de otra parte, la diferenciación entre experimentación exploratoria y experimentación guiada. La primera distinción trata de superar el supuesto según el cual todo el proceso de elaboración de teorías científicas comienza con mediciones y datos cuantitativos precisos. Contrario a esta consideración, los autores señalan que los experimentos cualitativos han sido una parte fundamental de los *procesos de formación de conceptos*, aspecto indispensable de los procesos de formación de datos (Steinle, 2002). La segunda distinción, por su parte, intenta restablecer el desequilibrio de la “carga teórica de la observación”, para dar lugar igualmente a una “carga experimental de la teoría”. Con el término *experimentación guiada* se quiere significar aquellos procedimientos y diseños experimentales previstos y desarrollados en el marco de teorías claramente establecidas. La experimentación exploratoria, por su parte, está principalmente presente en las primeras fases del desarrollo de una ciencia. En la medida que esta clase de experimentación acontece cuando se está aún lejos de tener conceptos y principios teóricos adecuados y bien desarrollados, su finalidad principal es la identificación y estabilización de regularidades empíricas en alguna clase particular de fenómenos.

Es precisamente este tipo de experimentación cualitativa exploratoria la que se pone en evidencia en la controversia acaecida entre L. Pasteur y F. Pouchet, en la segunda mitad del siglo XIX, a propósito del origen de la vida. En particular, en esta controversia se evidencia cómo a partir de la manipulación y exploración de formas diferentes de matraces, es posible hacer modificaciones a sus cuellos obteniendo algunos en forma de cisne, que fueron utilizados para desarrollar los experimentos diseñados.<sup>3</sup> Esta disposición instrumental, que pareciera muy insignificante, evita que microorganismos puedan ingresar y contaminar la muestra, hecho que es un golpe contundente en contra de la perspectiva de la generación espontánea y se constituye en argumento a favor de la idea de Pasteur sobre que lo vivo solo puede provenir de lo vivo.

Aunque en la EC no es posible recrear de forma fiel los experimentos realizados por cada uno de estos científicos (Emden & Gerwing, 2020), la recontextualización de esta controversia en la EBP posibilita diseñar algunas experiencias que se constituyen en un recurso para enseñar diferentes prácticas prototípicas del trabajo científico, al permitir identificar el rol de la experimentación en la comprensión de las características presentes

.....  
<sup>3</sup> Latour en su texto *Pasteur y Pouchet: heterogénesis de la historia de las ciencias*, hace una descripción de los procedimientos realizados por ambos científicos, señalando dentro de éstos, las modificaciones que realiza Pasteur a los frascos donde realizaba las infusiones que Pouchet sugería para formar vida en el laboratorio.

en los seres vivos y reflexionar sobre las condiciones que se podrían generar para evidenciarlas.

Una de las bondades que presenta esta perspectiva en la EC se encuentra referida a la posibilidad que tienen los estudiantes de construir y manipular instrumentos científicos, interpretar de distintas formas las situaciones y visualizar una variedad de respuestas ante un problema o circunstancia. La interacción en la escuela que posibilita esta perspectiva de la experimentación, potencializa las relaciones entre docente-estudiante y estudiante-estudiante, situación que favorece el trabajo colaborativo y posibilita una interacción discursiva y la co-construcción reflexiva. Asimismo, la versatilidad de este tipo de experimentación referente a la posibilidad de presentar el material de diversas formas y la diversidad en manipulación de los instrumentos, facilita su adaptación a las diferentes formas de aprender de los estudiantes, aspecto que permite la construcción de conocimiento desde la diversidad.

En este orden de consideraciones, desde la nueva filosofía experimental se establece un híbrido entre lenguaje y experimentación. La experimentación posibilita la manipulación del fenómeno, a través de inferencias, deducciones, explicaciones y el lenguaje como medio-acción para presentar sus evidencias, elaborar analogías o hipótesis. Establecer esta interacción en EBP podría constituirse en un eventual desarrollo de conceptos científicos (Quintanilla, 2017).

### **Episodios científicos históricos y su recontextualización**

Como una forma de atender a una recontextualización de los fragmentos históricos a la EC en EBP, que incluyan elementos asociados a la experimentación, se retoma las reflexiones de Romero et al. (2016), quienes proponen la selección y estudio de algunos ECH, problematizados y abordados en la enseñanza a la luz de ciertos contextos de análisis, a saber: el contexto disciplinar, el contexto metacientíficos y el contexto pedagógico. Los ECH seleccionados corresponden a fragmentos de narrativas científicas (textos de primera fuente), cuyo contenido está en estrecha relación con la temática objeto de investigación, es decir, la noción de ser vivo y su relación con la experimentación. Como se resalta en Romero et al. (2016), el abordaje de las narrativas científicas seleccionadas toma como referente el uso de los estudios histórico-críticos de las ciencias en la enseñanza. De acuerdo con Ayala y Malagón (2004) y Romero y Aguilar (2013), el propósito de esta clase de estudios no es develar el significado de un referente (concepto, principio o teoría), como si dicho significado fuese intrínseco a él. Tampoco consiste en encontrar lo que ciertos personajes representativos (científicos) concebían acerca de fenómenos o problemáticas particulares, ni de hacer seguimientos cronológicos de la evolución de un concepto específico, o de esclarecer los obstáculos por los cuales diferentes teorías han tenido dificultades en ser transmitidas o comprendidas. Por el contrario, con ellos se pretende establecer una relación dialógica con los autores por medio del análisis de sus narrativas, con miras

a construir estructuraciones particulares de la clase de fenómenos abordados y nuevas formas de ver el mundo físico, que permitan ver viejos problemas con nuevos ojos.

Los contextos de análisis corresponden a las diferentes dimensiones en las que los ECH seleccionados pueden ser abordados en las clases de ciencias y en la formación de profesores. El contexto disciplinar es la dimensión en la que se analizan los contenidos científicos que presenta el episodio. El contexto metacientífico es aquel en el cual se abordan reflexiones históricas, epistemológicas, o sociológicas del episodio. En el contexto pedagógico, por su parte, se reflexiona sobre los saberes didáctico-pedagógicos necesarios para que el profesor adquiriera una visión crítica y transformadora de su práctica educativa. En la Tabla 2, se ejemplifica uno de los episodios históricos abordados en la investigación y las correspondientes temáticas discutidas en los diferentes contextos de análisis.

*Tabla 2.* Recontextualización de episodios históricos

Episodio Histórico	Contexto Disciplinar	Contexto Metacientíficos	Contexto Pedagógico
Controversia entre Pasteur y Pouchet.	Enfoque informacional y auto-organizativo. Origen de la vida: Generación espontánea vs Descendencia. Perspectiva simbiótica.	Asuntos epistémicos: Metodología científica, papel de la experimentación y Características de las teorías científicas. Asuntos no epistémicos: Papel de la comunidad científica y Contexto histórico, social y cultura.	Reflexión sobre objetivos y propósitos de la experimentación en la clase de ciencias. ¿Qué clase de actividades experimentales en la clase de ciencias? La clase de ciencias como escenario de construcción (social) de explicaciones y organización de experiencias sensibles. La historia como insumo para la comprensión de fenómenos.

## Conclusiones

En ocasiones se suele pensar que la educación científica en las primeras edades es un proceso infructífero, ya que los estudiantes en la primera etapa escolar no son capaces de hacer abstracciones complejas. Pujol (2003) argumenta que el aprender ciencias va más allá de memorizar teorías y leyes definidas por una comunidad científica; por el contrario, este proceso implica la integración de formas culturales en la propia estructura cognitiva fundamentalmente a través del lenguaje y en la interacción con otros, esta postura permite entender que “desde las primeras edades, es posible construir “maneras de ver” los fenómenos del mundo natural y que éstas pueden ir evolucionando hacia “formas de ver” más cercanas a las de la ciencia (p. 54). Quintanilla (2017) expone que los infantes

muestran habilidades científicas asociadas a la observación y exploración a través de sus sentidos, además de la curiosidad por conocer aquello que los rodea, estas habilidades deben ser explotadas y afinadas a partir de diversas experiencias sensoriales que les permita a los estudiantes explorar y construir explicaciones sobre su entorno. Para atender a las problemáticas señaladas, es necesario presentar la visión contemporánea de la enseñanza de las ciencias ya que ésta rescata la importancia de hacer explícito su naturaleza, siendo la HFC desde una perspectiva socio-cultural un recurso valioso para la consecución de dicho propósito.

Los episodios ECH narrados a través de controversias se constituyen en una fructífera forma de presentar la historicidad de las ciencias; es a través del calor de una discusión, donde se presentan la confrontación de argumentos. Es por esta razón que el desarrollo profesional del profesorado de primaria, podría beneficiarse al incorporar asuntos sobre la HFC, en la medida que permite discutir de forma explícita asuntos asociadas a la NOS. Sin embargo, dichos episodios deben ser re-contextualizados con una intención pedagógica y didáctica. Las implicaciones que se derivan de esta perspectiva para la enseñanza de las ciencias radica en que se constituye en un recurso que proporciona contextos, reconoce las ideas de los estudiantes y posibilita pensar nuevas estrategias para presentar temas complejos. La recontextualización de los fragmentos históricos para la EBP deben tener unas particularidades propias de los primeros grados escolares; las dramatizaciones, la historieta, el cuento, los títeres son algunas formas en las que se puede narrar una buena historia para los más pequeños.

## Referencias

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., & del Mar Aragón, M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación química*, 28(3), 140-146. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.12.003>
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo de Cultura Económica.
- Aguirregabiria Barturen, J., & García Olalla, A. M. (2020). Aprendizaje basado en proyectos y desarrollo sostenible en el Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 38(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2717>
- Andrade-Lotero, L. A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5 (10), 75-92.
- Aviles, I. E. C., & Galembeck, E. (2020). El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencia del aprendizaje significativo de sus maestros. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 16(36), 53-65. <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v16i36.8588>
- Ayala, M. M., Malagón, F., & Guerrero, G. (2004). La enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural. *Física y Cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, 79-91.



- Bernstein, B., & Díaz, M. (1985). Hacia una teoría del discurso pedagógico. *Revista colombiana de educación*, (15). <https://core.ac.uk/download/pdf/234805273.pdf>
- Cubero, R., Cubero, M., Santamaría, A., de la Mata, M., Ignacio, M. J., & Prados, M. (2008). Educación a través de su discurso. Prácticas educativas y construcción discursiva del conocimiento en el aula. *Revista de Educación*, 346, 71-104. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/31864/La%20educaci%c3%b3n%20a%20trav%c3%a9s%20de%20su%20discurso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De la Blanca, S., Hidalgo, J., & Burgos, C. (2013). Escuela infantil y ciencia: la indagación científica para entender la realidad circundante. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 979-983.
- Diéguez, A. (2012). *La vida bajo escrutinio. Una introducción a la filosofía de la biología*. Ediciones de intervención cultural.
- Doménech, J. C., de Pro Bueno, A., & Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(3), 25-50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Duschl, R. A. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias: importancia de las teorías y su desarrollo* (Vol. 139). Narcea Ediciones.
- Dyson, F. (1999). *Origins of Life*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546303>
- Emden, M., & Gerwig, M. (2020). Can Faraday's The Chemical History of a Candle Inform the Teaching of Experimentation? An Hermeneutic Approach for Teaching Scientific Inquiry from a Proven Historical Exemplar. *Science & Education*, 29, 589-616. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3874593>
- Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Critica-Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), 47-86. <https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.2002.979>
- Font, C. M. (2010). ¡Saquen el libro de texto! Resistencia, obstáculos y alternativas en la formación de los docentes para el cambio educativo. *Revista de educación*, 352, 583-597. <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:f9846300-b00e-4933-8f9e-711f1b1537ae/re35226-pdf.pdf>
- Guerrero, L. K. (2019). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia para fortalecer las competencias científicas en ciencias naturales. *Paideia Surcolombiana*, (24), 67-76. <https://doi.org/10.25054/01240307.1700>
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir*. Paidós.
- Hodson, D. (2013). La educación en ciencias como un llamado a la Acción. *Archivos de ciencias de la educación*, 7(7), 1-15. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/42113/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/42113/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Iglesias, M. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: una nueva perspectiva de la actividad experimental. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 20(44), 99-119. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31004406>
- Izquierdo Aymerich, M., García Martínez, Á., Quintanilla Gatica, M., & Aduriz Bravo, A. (2016). *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://doi.org/10.14483/9789588972282>
- Latour, B. (1991). Pasteur y Pouchet: heterogénesis de la historia de las ciencias. En *Historia de las ciencias* (pp. 477-502). Cátedra.
- Margulis, L. (1998). *Symbiotic planet, a new look at evolution*. Editorial Basic Books.
- Margulis, L. (2002). *Planeta simbiótico: un nuevo punto de vista sobre la evolución*. Debate.

- Marino, M. B. (2020). *El uso de prácticas pedagógicas experimentales para abordar contenidos en el área de las ciencias*. Universidad Abierta Interamericana.
- Matthews, M. R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 255-277. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4447>
- Maturana, H., & Varela, F. (1997). *De máquinas y seres vivos: autopoiesis, la organización de lo vivo*. Editorial Universitaria.
- Medina Cobo, O. (2011). *El concepto de ser vivo: una relación entre el pensamiento del estudiante y el desarrollo histórico de la ciencia*. [Tesis de Maestría]. Universidad del Valle.
- Mendoza, B. I. (2018). La enseñanza de la ciencia. Un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia, de Michael R. Matthews. *Perfiles Educativos*, 39(158), 226-230. <https://doi.org/10.22201/ii-sue.24486167e.2017.158.58791>
- Megid Neto, J., & Fracalanza, H. (2003). O livro didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9(2), 147-157. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132003000200001>
- Oliva-Martínez, J. M., & Acevedo-Díaz, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(2), 241-250. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3923>
- Pickering, A. (1995). *The mangle of practice. Time, agency and science*. The University of Chicago Press.
- Pujol, R. (2003). *Didácticas de las ciencias en la educación primaria*. Editorial Síntesis Educación.
- Quintanilla, M. Á. (2017). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. Fondo de Cultura Económica.
- Romero, Á., & Aguilar, Y. (2013). *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Romero Chacón, Á., Aguilar Mosquera, Y., & Mejía, L. S. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. *CPU-e. Revista de Investigación Educativa*, (23), 75-98. <https://doi.org/10.25009/cpue.v0i23.2160>
- Steinle, F. (1997). Entering New Fields: Exploratory Uses of Experimentation. *Philosophy of science*, 64(S4), S65-S74. <https://doi.org/10.1086/392587>
- Suaza Manchola, K. Y. (2019). *Efectos de las tic en el desarrollo de las competencias de ciencias naturales en básica primaria: una revisión sistemática de la literatura* [Tesis de maestría, Universidad de La Sabana]. <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/35574>
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 21-25. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3939>
- Uribe, L. H. (2006). ¿Qué es la vida? ¿La ciencia, se atreve a definirla? *Diálogos*, 7(1), 1-35. <https://doi.org/10.15517/dre.v7i1.6183>
- Useche, G., & Vargas, J. (2019). Una revisión desde la epistemología de las ciencias, la educación STEM y el bajo desempeño de las ciencias naturales en la educación básica y media. *Revista TEMAS*, III(13), 109-121. <https://doi.org/10.15332/rt.v0i13.2337>