

ANÁLISIS ONTOLÓGICO EN TEXTOS ESCOLARES DE CIENCIAS NATURALES Y BIOLOGÍA

Pamela Medina Herrera
Universidad Alberto Hurtado. Chile

Waldo Quiroz Venegas
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile

RESUMEN: En esta investigación se analiza el tratamiento de los contenidos relacionados con la estructura celular y sus implicancias en el funcionamiento de los seres vivos en una muestra intencionada de Textos escolares de Biología y Ciencias naturales de Enseñanza básica y media utilizados en Chile, mediante un análisis ontológico basado en el sistema filosófico propuesto por Bunge (2003). Se evidenció que el tratamiento de contenidos se presenta desvinculados y con errores en las clasificaciones ontológicas lo cual dificulta la comprensión del funcionamiento de los seres vivos de manera sistémica e integrada.

PALABRAS CLAVE: Ontología, Textos escolares, Enfoque sistémico

OBJETIVOS: Evaluar el desarrollo de contenidos sobre célula y su implicancia en el funcionamiento de los seres vivos en Textos escolares mediante un análisis conceptual ontológico.

MARCO TEÓRICO

a) Análisis ontológico del concepto célula

El conocimiento científico usa un lenguaje conceptual apoyado sobre una ontología materialista, gran parte de los filósofos e historiadores de la ciencia coinciden en que el desarrollo del conocimiento científico puede ser entendido por el cambio conceptual de sus teorías. En relación a esto último Vosniadou (2013) señala que “el cambio conceptual requiere cambios fundamentales de los compromisos ontológicos y epistemológicos de los estudiantes y de sus representaciones”. Estos requerimientos pueden ser descubiertos cuando la clasificación ontológica de un concepto científico de los estudiantes principiantes se diferencia de la clasificación ontológica en los sistemas conceptuales de expertos. (Spinelli, Morales, Merino & Quiroz, 2016)

Una de las aproximaciones que se han utilizado para aclarar conceptos científicos ha sido a través del análisis semántico ontológico basado en el sistema filosófico denominado realismo científico, el cual fue propuesto por Mario Bunge uno de los filósofos vivos más influyentes en Ciencias naturales, según la revista Science (Spinelli et al., 2016). En él su ontología es marcadamente materialista y sistémica. Dentro de las categorías ontológicas, se definen las categorías de objeto, propiedad, estado, suceso y proceso (Bunge, 2007).

Las connotaciones semánticas de la ontología para el análisis de textos, se consideran así dado que los contenidos científicos están compuestos de conceptos, los cuales se conectan con la realidad material a través de estas categorías ontológicas (Spinelli et al., 2016).

El concepto ontológico objeto hace referencia a la entidad existente, en este caso la célula es un objeto, posee existencia propia, pero también puede considerarse un sistema en si mismo, en el caso del concepto sistema se refiere al conjunto de objetos y sus interacciones para formar una estructura compleja, en este caso un tejido o un órgano es un sistema celular complejo. En él no solo existe un conjunto de células sino que estas interactúan, prueba de estas interacciones es la emergencia de nuevas propiedades, que los objetos aislados no poseen. Esto nos lleva a la definición del concepto propiedad, el cual hace referencia a las características o atributos que presenta un objeto, esto implica que las propiedades no poseen existencia propia sino que lo que existe son propiedades de objetos, en cambio la propiedad emergente surge de la interacción de las partes de un sistema, *“se dice que una propiedad de un objeto complejo es emergente si ni los constituyentes ni los precursores del objeto en cuestión poseen esa propiedad”*(Bunge, 2003, p.34).

Para este caso, podemos nombrar ejemplos de propiedades de una célula tales como la capacidad de realizar variadas reacciones químicas formando parte de metabolismos específicos, producen y consumen energía, absorben nutrientes, desplazarse, etc y ejemplo de propiedades emergentes de sistemas celulares es la capacidad de degradar los alimentos, enviar señales electrofisiológicas, comunicarse, etc.

b) Enseñanza de la célula y sus implicancias en el funcionamiento de los seres vivos

Desde la enseñanza de estos contenidos un cambio conceptual, como se mencionó anteriormente podría ser considerado como un tránsito desde una clasificación ontológica de los conceptos científicos del estudiante principiante hacia una clasificación ontológica de los expertos. Por lo que, tanto el tratamiento de contenido en Textos escolares como una secuencia didáctica debe estar orientada en parte a mediar que el estudiante logre este tránsito de forma significativa y para ello podríamos considerar el enfoque sistémico que nos propone Bunge (2003), quien señala que *“El sistemismo es la alternativa tanto respecto del individualismo como del colectivismo. Por consiguiente, es también una alternativa tanto al microrreduccionismo como al macrorreduccionismo”* (p. 61). Por ejemplo el individualismo considera el árbol, pero no ve el bosque, en tanto que el holismo considera el bosque, pero pierde los árboles, este enfoque sistémico permite visualizar tanto el árbol como el bosque, considerando importante tanto los componentes de un sistema como el entorno más amplio. Por lo que podría considerarse que para entender tanto la célula como el funcionamiento de los seres vivos, debería diseñarse secuencias didácticas que no pierda ni las células ni el organismo completo.

Ahora bien, cuando los Textos son los que fallan en su clasificación ontológica como en el enfoque de enseñanza, el problema se hace complejo. Así por ejemplo se ha descrito de forma extensa que los textos de estudios fallan sistemáticamente en la ontologías de conceptos tales como “calor”, “osmosis”, “energía”, etc. (Spinelli et al., 2016) (Castillo, Ogaz, Quiroz & Merino, 2016). De ahí surge el problema y la relevancia de esta investigación de evaluar la ontología en la presentación de conceptos en los contenidos de célula y sus implicancias en el funcionamiento de los seres vivos, además de cómo promover el cambio conceptual en los estudiantes.

Una de las formas de promover el cambio conceptual es abordar el problema de las concepciones alternativas a través de una correcta categorización ontológica. Al respecto Chi y colaboradores han establecido que en gran medida las preconcepciones erróneas entre los patrones de causalidad de los procesos, son deficientes en “estructura”, esto quiere decir que el “tipo” de las explicaciones podría manifestar un atributo inter-nivel que es ontológicamente inapropiado. (Chi, M. T. H., 2008).

METODOLOGÍA

Actualmente se puede considerar que el análisis de contenido es una forma particular de análisis de documentos, lo que se pretende analizar no es el estilo de Texto sino las ideas expresadas en él, los significados explícitos e implícitos. (López, 2002)

En esta investigación se pretende que el análisis de contenido de Textos escolares permita analizar el enfoque en el tratamiento de los contenidos sobre célula y sus implicancias en el funcionamiento de los seres vivos, posibles errores u omisiones en su tratamiento y representaciones ontológicas que se utilizan. Y por último dará luces de cómo considerar estos elementos para la existencia de un cambio conceptual transversal, en un mismo nivel, o longitudinal, a lo largo de toda la educación básica y media, considerando un desarrollo de contenidos a través de un paulatino abordaje de “pequeñas ideas”, que ofrezcan oportunidades efectivas a los estudiantes para que construyan la o las grandes ideas científicas. (Harlen, 2012). Inicialmente se analizaron los Textos de Enseñanza básica y media utilizados en Chile del año 2016, esta en proceso el análisis de los años 2015 y 2014, la elección de estos tres años se justifica por las modificaciones de las Bases curriculares Chilenas en los años 2012 de 1° a 6° Básico y en el año 2013 de 7° básico a II° Medio.

RESULTADOS

El análisis de texto, imágenes y leyendas llevado a cabo se resume a continuación, las cuales poseen determinadas categorías de análisis, que permiten un acercamiento hacia la investigación propuesta. En la tabla 1 se utilizan seis categorías de análisis, éstas son las siguientes:

- (C₁) Ausencia del tratamiento del concepto célula.
- (C₂) Incluye el concepto célula como unidad estructural.
- (C₃) Incluye el concepto célula como unidad funcional, pero desvinculada del organismo, es decir, se desarrolla el concepto célula como la unidad funcional de los seres vivos, se nombran funciones, pero no se vinculan con el funcionamiento de los seres vivos.
- (C₄) Desarrolla el concepto célula como base de los procesos de tejidos, órganos y sistemas, se incluye funciones celulares vinculados al funcionamiento de seres vivos, se espera que al desarrollar el funcionamiento de sistema, órganos o tejidos en el organismo se realice en base a lo que ocurre en las células y su interacción.
- (C₅) Desarrolla el concepto célula permitiendo explicar funciones vitales de un organismo que implique el funcionamiento integrado de varios sistemas, desarrollando preguntas como por ejemplo para qué comemos, para qué respiramos, cómo nos movemos, etc.
- (C₆) Se evidencia errores en la clasificación ontológica de algunos de los contenidos analizados relacionado con célula y sus implicancias en el funcionamiento de los seres vivos.

Tabla 1.

Clasificación de las categorías analizadas en Textos escolares de 1° básico a IV° medio.

<i>Textos escolares Año 2016</i>	<i>Editotial</i>	<i>Categorías</i>					
		<i>C₁</i>	<i>C₂</i>	<i>C₃</i>	<i>C₄</i>	<i>C₅</i>	<i>C₆</i>
1° Básico	Santillana 4ª edición	x	-	-	-	-	-
2° Básico	Santillana 4ª edición	x	-	-	-	-	-
3° Básico	Pearson 1ª edición	x	-	-	-	-	-
4° Básico	Pearson 1ª edición	-	x	-	-	-	-

Textos escolares Año 2016	Editorial	Categorías					
		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
5º Básico	Santillana 4ª edición	-	x	x	x	/	x
6º Básico	Santillana 3ª edición	-	x	x	-	-	-
7º Básico	SM 1º edición	-	x	x	-	-	x
8º Básico	SM 1º edición	-	x	x	x	-	x
Iº Medio	Santillana 3ª edición	-	x	x	x	-	x
IIº Medio	Santillana 3ª edición	-	x	x	/	-	x
IIIº Medio	Santillana 2ª edición	-	x	x	/	-	x
IVº Medio	Santillana 2ª edición	-	x	x	/	-	x

Simbología: x = Presencia de la categoría - = Ausencia de la categoría /= Parcialmente se presenta la categoría

En la tabla 2 se aprecian algunos ejemplos de los errores detectados para la categoría (C_6) en los Textos escolares analizados.

Tabla 2.
Errores en la clasificación ontológica en Textos escolares

Tipos de errores	Texto	Ejemplo
Este error se expresa cuando se le atribuye una propiedad a un tejido, órgano o sistema y no a la célula que lo compone	2º Medio Editorial Santillana 3ª edición	<i>“Glándulas endocrinas Son estructuras muy vascularizadas[...]. Estas glándulas producen hormonas que son vertidas directamente al torrente sanguíneo...”</i> (p.109) Se atribuye la función de producir hormonas a las glándulas y no a la células que componen la glándula
Este error se expresa cuando se le atribuye una propiedad a una célula, pero la propiedad surge de la interacción entre ellas (propiedad emergente)	8º Básico Editorial SM 1ª edición	<i>“Músculo estriado: Tejido muscular que forma parte de los músculos que están unidos a los huesos, y permiten realizar movimientos involuntarios”</i> (p. 90) En este ejemplo se atribuye la propiedad de contraerse al músculo y no a las células ni la interacción de las células.

CONCLUSIONES

Al analizar los resultados obtenidos es posible identificar que la mayoría de los Textos escolares desarrolla el concepto célula como la unidad estructural de los seres vivos (C_2), a partir de 5º básico el concepto célula aparece en las bases curriculares, por lo que se esperaría que 1º a 4º básico no estuviese desarrollado explícitamente, pero se observa que en el Texto escolar de 4º básico se nombra como función estructural, sin desarrollo del concepto previamente, lo cual podría estar influyendo en las preconcepciones de los estudiantes. Por otra parte la categoría C_2 y C_3 se encuentran representadas de 5º básico en adelante, lo cual evidencia que el concepto célula se desarrolla en todos los niveles, pero de una forma desvinculada de los seres vivos, se encuentran variados ejemplos.

Para la categoría C_4 se evidencia que en la mayoría de los Textos no se desarrolla el concepto célula como base de los proceso de tejidos, órganos y sistemas de manera vinculada al funcionamiento del organismo, en el Texto de Iº medio se observa un ejemplo que podríamos considerar se acerca a esta vinculación: *“ En el intestino ocurre la última etapa de la digestión, que corresponde a la absorción de los nutrientes. En este proceso participan las células especializadas llamadas enterocitos que son las que recu-*

bren el lumen intestinal. Una de las características de estas células son las proyecciones...” (p. 76). En el caso de la categoría C_5 , aparecen nombradas algunas funciones vitales pero sin permitir explicar tales funciones en un organismo que implique el funcionamiento integrado de varios sistemas. Por ejemplo en el Texto de 1º medio dice “*Todo organismo consume energía para mantener la actividad celular y, en último término, las funciones vitales*” (p. 29). Para la categoría C_6 se aprecian errores en la clasificación ontológica desde 5º básico en adelante, en la tabla 2 se ejemplifican dos tipos de errores identificados.

Por lo tanto del análisis de los Textos escolares licitados en Chile del año 2016 de Enseñanza básica y media, podríamos afirmar que a pesar de algunos intentos de acercarse a un enfoque sistémico como lo plantea Bunge (2003), se desarrolla de una manera desvinculada, en especial en los años donde el foco no es este contenido, se observa que se pierde el rol de la célula para comprender los procesos vitales, quedando meramente en la idea estructural y funcional desvinculada. Solo se aprecia un mayor esfuerzo de desarrollar esta vinculación en los años donde los objetivos de aprendizajes es el concepto célula, tal como se aprecia en la tabla 1, estos son 5º básico, 8º básico y 1º medio.

En relación a las categorías ontológicas asignadas erróneamente a los conceptos que hacemos referencia al expresar una determinada idea, podrían originar concepciones alternativas en los estudiantes y que en este caso los errores encontrados en los Textos escolares ejemplificados en la tabla 2, podrían dificultar la comprensión del funcionamiento de los seres vivos, ya que si se confunden propiedades emergentes con propiedades, estamos ignorando que surgen ciertas propiedades de las interacciones entre células, tejidos, órganos y sistemas, responsables del funcionamiento integrado de los seres vivos, es decir, implícitamente no consideramos el enfoque sistémico que propone M. Bunge.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUNGE, M. (1977). *Treatise on Basic Philosophy: Volume 3: Ontology I: The Furniture of the World*: D. Reide
- (2003). *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Ed. Gedisa. España
- CARRASCOSA, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2, 183-208.
- CASTILLO, J., OGAZ, R., MERINO RUBILAR, C., & QUIROZ, W. E. (2016). Ontological and Epistemological analysis of the presentation of the first law of thermodynamics in school and university textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 1041-1053.
- CHI, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. *Handbook of Research on Conceptual Change*, 61–82.
- HARLEN, W. (2012). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Santiago de Chile. Academia Chilena de ciencias.
- LÓPEZ, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. XXI, *Revista de Educación*, Universidad de Huelva
- SPINELLI, M., MORALES, C., MERINO, C., & QUIROZ, W. (2016). Realist ontology and natural processes: a semantic tool to analyze the presentation of the osmosis concept in science texts. [10.1039/C5RP00219B]. *Chemistry Education Research and Practice*. doi: 10.1039/c5rp00219b
- VOSNIADOU S., (2013), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, Taylor & Francis

