

Caracterización del contenido de célula en textos escolares de biología de enseñanza secundaria de Chile

Sonia Carolina Sepúlveda González
Universidad Autónoma de Barcelona, España
carouab@gmail.com

Resumen

Es conocida la importancia de la utilización de los libros de texto en el sistema educativo de Chile, así como también se conocen las dificultades que trae consigo leer textos científicos. PISA (2015) ha proporcionado evidencias de problemas en los estudiantes de Chile referidos a sus competencias para resolver ejercicios básicos de lectura, matemáticas y ciencias. Esto, sumado al interés personal hacia los contenidos de biología, concretamente la célula y su papel central en la construcción del pensamiento biológico, es lo que permite plantear para este estudio el objetivo de caracterizar la célula en los textos escolares de biología. La investigación se enmarca en un análisis de contenido cualitativo, en el cual se seleccionan 4 textos escolares de enseñanza secundaria de Chile, en los que se identifican, por medio de mapas conceptuales, las relaciones entre los conceptos científicos de célula, con el posterior análisis del contexto, uso de tecnicismos y problematización del contenido abordado. Los resultados indicaron que en los libros de texto se priorizan las relaciones entre los conceptos científicos que solo permiten jerarquizar y describir contenidos, por lo que no presentan contexto ni problematización para guiar el aprendizaje de los estudiantes, pero si un excesivo uso de tecnicismos. Estas condiciones generan dificultades claras en la lectura y comprensión de los textos científicos. Por eso es fundamental continuar con el análisis de dichos materiales, lo que permitirá trabajar estrategias de lectura y de construcción de significados científicos con el fin de ayudar a comprender mejor los textos de estudio.

Palabras claves: libros de texto, célula, conceptos científicos, con textualización y problematización.

Introducción

Los libros de texto son, aún en la actualidad, una de las principales vías de enseñanza de diversos contenidos educativos; específicamente de nuestro interés son los textos que transmiten la ciencia escolar (Jiménez y Perales, 2001). La utilización de los libros de texto se debe a que orientan y dirigen muchas actividades, tanto para los alumnos como para los profesores (Campanario y Otero, 2000). En el caso de Chile, Mineduc (2010) informa sobre un incremento en la distribución y uso de textos escolares en las últimas décadas, como forma de asegurar la equidad y calidad de nuestro sistema educativo. Sin embargo, resultados de evaluaciones internacionales como PISA (2015) muestran su preocupación informando que Chile, respecto de los países que integran la OCDE, presenta estudiantes

con un bajo nivel de competencias para resolver ejercicios básicos de lectura, matemáticas y ciencias, ubicando al país muy por debajo del promedio de esta organización.

El caso específico de las ciencias es complejo, pues se cuenta con textos de especial dificultad, tanto por sus contenidos como por el lenguaje utilizado en ellos. Esto conlleva que leer textos de ciencias sea una actividad que presenta problemas de comprensión para los estudiantes (Márquez, 2005). Por eso, en términos generales, se ha considerado importante centrar la mirada en uno de los contenidos principales de la biología, desarrollados en la enseñanza secundaria, el contenido de célula, y en cómo es tratado en los libros de texto. Célula es uno de los conceptos científicos que tiene justificada su presencia en el currículum académico, debido a su importancia en la comprensión biológica de muchos procesos vitales de los organismos, siendo uno de los ejes principales en las propuestas curriculares (Rodríguez, 2002). Sin embargo, es un concepto muy complejo, tanto de enseñar como de aprender.

Dada la importancia de los libros de texto en el sistema educativo de Chile y la inquietud personal hacia el contenido de célula, por su papel central en la construcción del pensamiento biológico, se plantea la pregunta de investigación: ¿Cómo se caracteriza la célula en los textos escolares de 8° año básico y 1er año de enseñanza media de Chile? Para esto se hace necesario identificar qué conceptos científicos y qué relaciones se establecen entre ellos, así como analizar el contenido respecto de categorías tales como la contextualización, el uso de tecnicismos y la problematización del propio tema.

El estudio utiliza una metodología de análisis de contenido de tipo cualitativo y se orienta a la caracterización de la célula. Así, la identificación de las relaciones entre los conceptos científicos que involucran a este tema se realiza por medio de la elaboración de mapas conceptuales conocidos como mapas de Thagard (1992). Además de analizar el contenido en sus categorías mencionadas anteriormente.

Esta investigación ha permitido identificar las grandes dificultades que presenta el contenido de célula en los textos escolares de Chile, textos que aportan básicamente un conocimiento enciclopédico. Sin embargo, la cantidad de textos analizados puede representar una limitación que impida generalizar los resultados, pero abre nuevos horizontes en el estudio de los libros de texto. El desafío entonces radica en guiar a los estudiantes para que desarrollen habilidades relacionadas con la lectura, construcción de significados y comprensión de textos científicos, de modo que puedan generar formas de comprensión efectivas para que, al culminar la etapa escolar, estén en condiciones de seguir utilizando estas estrategias y así participar en el conocimiento científico.

Marco de referencia

Los textos escolares como instrumentos pedagógicos

El libro de texto escolar didáctico se define como un dispositivo esencial de la escuela moderna, específicamente escrito, diseñado y graduado por una editorial para su inclusión y uso dentro del sistema educativo (Certad, 2015). Cumple un rol significativo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, transformando y remodelando el conocimiento epistémico (Álvarez citado por Bernardello, Occelli y Valeiras, 2015). Indudablemente los libros de texto son considerados como símbolos que representan una forma de hablar, un acto en sí de lenguaje, un poderoso dispositivo del discurso educativo/didáctico, un modo de hacer la práctica escolar (Martínez Bonafé, 2002). Estos mediadores didácticos contribuyen a la utilización de un lenguaje específico, a su nivelación cultural y a la propagación de las ideas dominantes de una disciplina (Choppin, citado por Occelli y Valeiras, 2013).

Estos recursos educativos se han convertido para la investigación didáctica en uno de los centros de interés habitual, dado que son considerados como vehículos portadores de conocimiento escolar. Se consideran como productos de redes donde conecta la cultura, la economía y las políticas que conforman el conjunto de conocimientos que son considerados verdaderos y adecuados para ser utilizados por los profesores y estudiantes en su trabajo de aula, por lo que responden a la ideología de un país; en otras palabras, los libros de texto representan y materializan la cultura y el conocimiento que se consideran apropiados y necesarios para la educación (Occelli y Valeiras, 2013). De aquí que resulte trascendental investigar sobre sus contenidos y cómo éstos responden al currículum que formula el Estado (Martín, Prieto y Jiménez, 2013).

En cuanto a su estructura, los textos escolares se caracterizan por presentar una intencionalidad didáctica que intenta normar la práctica escolar, por lo que se piensa y se ejecuta una secuencia de contenidos ideados con el fin de que sean comprendidos y entendidos por los agentes escolares (Marzábal e Izquierdo, 2017). De esta forma, los libros de texto presentan estructuras comunes donde se establece una secuencia ordenada de núcleos temáticos con un marco de tareas similar en cada uno de los temas (Martínez Bonafé, 2002), como por ejemplo la lectura de la información, la atención preferente a los conceptos e ideas que deberán ser destacadas, actividades (de lápiz y papel) que deberán realizarse a partir de la información seleccionada en el núcleo temático y, finalmente, pruebas de evaluación que normalmente resultan de una selección de actividades ya realizadas en los distintos núcleos temáticos sobre los que trata la prueba.

Ciencia y ciencia escolar

No es tema desconocido que la ciencia de los científicos no es igual a la ciencia escolar. Por su parte, los científicos buscan dar explicación a los hechos de la naturaleza, documentan estas explicaciones y las difunden con el lenguaje propio de la ciencia (Solarte, 2013). La investigación científica se caracteriza por establecer objetivos, identificar las problemáticas experimentales o teóricas, y con ello manipular, elaborar o permitir la evolución de las teorías en su medio, para finalmente argumentar e informar a la comunidad científica sobre

las oportunidades que ofrecen los cambios introducidos (Izquierdo, 2017). Dichos informes se realizan en un lenguaje riguroso y formal (propio de la ciencia) y se establecen como modelos teóricos (Solarte, 2013). Su sistema de conocimiento es público, explícito, cerrado y establece consensos en el seno de una comunidad restringida a los que piensan de una determinada manera, según reglas específicas de intervención en los fenómenos (Izquierdo, 2013).

Un escenario muy distinto se presenta en la ciencia escolar. Izquierdo y Adúriz (2005) aluden a que las ciencias nos aportan el pensamiento teórico sobre el mundo y este ha de ser transmitido, de manera que se enseñe a los estudiantes a pensar teóricamente. Esta debe ser la finalidad más importante de la educación científica para la ciudadanía, y ello requiere la utilización de unas pocas ideas teóricas que conecten con el mundo en el que viven los estudiantes. De este modo pueden transformar dicho mundo, por medio del pensamiento científico, la acción y el discurso aplicados a algunas situaciones cuidadosamente elegidas como ejemplares de las ideas teóricas que se introducen en clase. Así, el hecho de organizar el plan de estudios de forma teórica, práctica, comunicativa y valorativa, propio de las teorías científicas, otorga un sentido profundamente educativo a las ciencias.

Las nuevas generaciones deben aprender este conocimiento científico, y la responsabilidad de ello recae en la educación. En efecto, este campo reconoce a los libros de texto como una de las formas de transmisión de la ciencia escolar en las aulas (Jiménez y Perales, 2001). El caso es que para transmitir esta ciencia se ha de convencer al alumnado de que determinados conceptos, como aquellos que se utilizan en textos científicos, explican el funcionamiento del mundo y permiten su comprensión (Izquierdo, 2017). Para construir estas explicaciones se hace necesario persuadir a los estudiantes mediante el discurso y para ello una apropiada utilización del lenguaje será lo que establezca las relaciones de coherencia entre el conocimiento (lo que se piensa), la intervención (lo que se hace) y el propio lenguaje (lo que se dice). Todo ello contribuye a mostrar que se puede intervenir, tanto en los fenómenos del mundo como en los problemas que plantean los mismos fenómenos, de tal forma que se pueden pensar, hablar y argumentar sobre ellos (Izquierdo, 2017).

La lectura en los libros de texto científicos

La lectura de textos científicos es una tarea que constituye a las ciencias y tiene valor y sentido por ella misma, pues permite ir más allá de lo que se lee y con ello generar nuevo conocimiento. La lectura es un proceso esencial en el aprendizaje de las ciencias, ya que no solo es uno de los recursos más utilizados durante la vida escolar, sino que puede convertirse en la estrategia principal a partir de la cual se puede seguir aprendiendo durante toda la vida (Márquez y Prat, 2005) y con ello permitir la evolución de los modelos de los estudiantes (Marbà y Márquez, 2005).

Tal y como se plantea, la lectura forma parte de los procesos de enseñanza y aprendizaje; por tanto, permite definir qué ciencia enseñar, qué modelos utilizar, cómo organizar el aula (entre otros factores a tener en cuenta), posibilitando de este modo considerar al lenguaje como un instrumento básico para aprender en cualquier área de conocimiento (Márquez y Prat, 2005). Aun así, desde el campo específico de la enseñanza de las ciencias no se ha

otorgado bastante importancia a la lectura de textos diversos, y leer no se considera una actividad básica, aunque sigue siendo una de las actividades más aplicadas (Sanmartí, 2011).

Se sabe que desde las ciencias se construyen hechos paradigmáticos (idealizados) que muestran cómo han de utilizarse los conceptos teóricos que se elaboran en ella; por esta razón se entiende como un conocimiento social que se estructura en modelos (Merino e Izquierdo, 2011). Para que se compartan los modelos científicos que tiene cada individuo se requiere del lenguaje. Con el lenguaje se modeliza, se relacionan los distintos significados entre palabras, se expresan las relaciones entre los conceptos, desde nuestro punto de vista y el de otros; es la manera en que se comparten los conocimientos científicos. En este sentido, la lectura ha de servir para incorporar conocimientos significativos al propio modelo científico y para que ello ocurra el lector debe ser consciente de que leer debe ser un proceso activo dónde interacciona el mundo real, los conocimientos y lo que propone el texto, con el fin de que progresen los propios modelos científicos (Marbà y Márquez, 2005).

Prat (citado por Sanmartí, 2011) plantea que la lectura por sí misma no es una estrategia que tenga sentido, sino que ha de pertenecer a un conjunto de actividades planificadas y diseñadas para permitir la evolución en la comprensión de los conocimientos que son necesarios para interpretar lo que pasa en el entorno y así fundamentar las actuaciones de los individuos. Dicho de otro modo, la ciencia evoluciona gracias a que la lectura de los textos científicos forma parte de una práctica social (Sanmartí, 2011). Así, la importancia de la lectura radica en la capacidad que tiene el alumnado para establecer relaciones entre los conceptos que promueven los textos científicos y los conocimientos adquiridos en otros contextos (Márquez y Prat, 2005).

Dificultades de la lectura en los libros de textos científicos

El caso es que comúnmente existe bastante dificultad para que los estudiantes relacionen los conceptos científicos que se utilizan en los textos de ciencias. Esto ocurre debido a que el lenguaje de la ciencia tiene unas determinadas características que lo sitúan como un lenguaje preciso, riguroso, formal e impersonal, al contrario de lo que ocurre con el lenguaje cotidiano, que utiliza formas personales, en el cual las personas son actores de su propia actividad (Márquez y Prat, 2005).

Una de las características más predominantes del lenguaje científico es su tendencia a nominalizar los procesos científicos, es decir, los procesos se convierten en nombres, transformando un mundo en el que pasan cosas a un mundo en el que hay cosas, lo que genera complicaciones académicas, pues ello da lugar a la abstracción de los contenidos presentados en los libros de texto (Márquez y Prat, 2005).

La dificultad del lenguaje científico puede ser explicada utilizando las ideas de Sutton (1997). Dicho autor propone que en un inicio el lenguaje de un científico es siempre personal y humano, aun cuando su implicación personal puede ser eliminada o disfrazada al realizar sus escritos para difundir la ciencia. Así, la imagen de la ciencia popular presenta al

lenguaje como un medio de descripción en el cual el mundo se muestra tal como es, como un informe objetivo, aunque se sabe que el lenguaje es más bien un instrumento para colocar a prueba las ideas, imaginar lo que sucede e interpretar las situaciones. Sutton afirma que es necesario comprender la evolución en la escritura de los científicos, pues al comienzo se tienen las primeras afirmaciones de un investigador y luego estas afirmaciones, décadas más tarde, terminan en los libros de texto como un conocimiento público establecido. De modo que se considera la función del lenguaje en dos momentos diferentes. En el primero, mientras las ideas todavía son fluidas, el lenguaje es más bien un instrumento flexible y activo del pensamiento, es decir, se considera el lenguaje como un sistema interpretativo. En el segundo, cuando ya se ha establecido un cuerpo de conocimientos, las palabras parecen ser como etiquetas para cosas definidas. Por ello, Sutton (1997) ha llamado al lenguaje en este estadio (especialmente si no se conocen sus orígenes) “lenguaje como sistema de etiquetaje”.

Es necesario tener en cuenta que una comprensión adecuada de la ciencia requiere el dominio de ambos lenguajes, aunque es habitual asociar a la ciencia con el lenguaje como sistema de etiquetas. Esto ocurre debido a que la voz personal del investigador se pierde gradualmente cuando sus afirmaciones personales se comprueban, se contrastan y se transmiten por otros. De ahí que, lo que comenzó como una interpretación figurativa y un intento de persuasión para aceptar un nuevo punto de vista, se transforma en un lenguaje etiqueta, una descripción literal que debe ser comunicada. Si el alumnado se encuentra siempre en la fase final receptora de esta transmisión, puede que nunca oiga la voz activamente interpretativa del científico imaginativo. Esta es la razón por la que se debe prestar más atención, en la ciencia escolar, a las sociedades científicas y a las redes de investigación, y a cómo se establece el consenso sobre lo que se considerará un conocimiento fiable (Sutton, 1997).

Relaciones entre los conceptos

Para poder intervenir en los fenómenos del mundo, pensar y hablar sobre ellos, es fundamental entender el papel que juegan los conceptos. Éstos son construcciones teóricas que permiten actuar y con ello predecir lo que pasará y comprobarlo; por ello se puede afirmar que los conceptos científicos son experimentales. Permiten, entre otras cosas, el planteamiento de nuevas preguntas, el diseño de instrumentos para responder, generan nuevas preguntas y posibilitan el diseño de artefactos para mejorar las condiciones de vida. De esta forma el establecimiento de relaciones entre los conceptos científicos es fundamental para considerar importantes y significativos los procesos de lectura en el alumnado (Izquierdo, comunicación personal, 04 de enero de 2004).

Para representar las relaciones entre los conceptos y lograr predecir su evolución se utilizan los mapas conceptuales lógicos aplicados por Thagard. Propone Thagard (1992) que los conceptos son estructuras mentales complejas que se relacionan entre sí, dando lugar a sistemas que funcionan como teorías y que por ello tienen funciones importantes y muy variadas, como por ejemplo categorizar, hacer inferencias deductivas, explicar, resolver problemas, generalizar, hacer inferencias analógicas, memorizar, y también se vinculan estrechamente con la comprensión y producción del lenguaje y el aprendizaje.

Thagard (1992) juzgó la importancia de la naturaleza de las relaciones entre los conceptos en los libros de texto con la finalidad de ver la evolución del conocimiento científico a lo largo del tiempo. Este autor explica que la comprensión de los sistemas conceptuales requiere mucho más que una visión de la naturaleza de los conceptos aislados; se requiere ver cómo los conceptos pueden encajar en dichos sistemas organizados en jerarquías de parentesco y jerarquías de parte, y vinculados entre sí por reglas. Así, el instrumento confeccionado por el autor (que se explica en la sección de metodología) ya ha sido aplicado al análisis de textos didácticos por diversos autores, como por ejemplo Marzábal e Izquierdo (2017). Thagard (1992) propone 5 tipos de relaciones entre conceptos: relaciones de regla, propiedad, clase, ejemplo y parte.

- Relaciones de regla: expresan relaciones generales, pero no universales, entre conceptos. Para Thagard tiene sentido decir que las reglas son partes de conceptos, así como que los conceptos son parte de reglas.
- Relaciones de propiedad: indican que un objeto particular tiene una determinada propiedad.
- Relaciones de clase: son relaciones que indican que un concepto es una subclase de otro y por tanto permite establecer jerarquías.
- Relaciones de ejemplo: indican que un objeto particular es un ejemplo de un concepto.
- Relaciones de parte: indican que un concepto está formado de partes y por tanto también ayudan a jerarquizar.

Analizar las distintas relaciones que existen entre los diferentes conceptos permite conocer cómo el texto presenta la información, cómo introduce al lector en sus narraciones, en concreto, cómo es la relación entre los hechos del mundo y el modelo que expone (Marbà, 2004). Por ello se hace necesario realizar este tipo de análisis en libros de texto, para disponer de aquellos que favorezcan significativamente los procesos de enseñanza y aprendizaje (Izquierdo, 2017).

Contextualización, tecnicismos y problematización

Los libros de texto presentan una serie de aspectos formales que deben proporcionar a los estudiantes, en primer lugar, la motivación para leer y, en segundo lugar, que por medio de ellos se pueda realizar una lectura inferencial, posibilitando a los alumnos relacionar su mundo y el mundo del papel y, por ende, puedan hacer evolucionar sus modelos de conocimiento. Por tanto, para que los libros de texto proporcionen estas condiciones y con ello participen en la modelización, deben presentar contextualización, uso de tecnicismos y problematización de los contenidos.

La contextualización hace referencia a situaciones/fenómenos que el estudiante debe reconocer y que permitan el tipo de trabajo y las preguntas que se consideran adecuadas para llegar a construir los conocimientos científicos y sus lenguajes, que se han de poder aplicar a la vida cotidiana (Izquierdo, 2013), es decir, aquellos hechos que hacen posible acercar el modelo al lector (Marbà, 2004).

Los modelos científicos nos permiten interpretar los hechos del mundo y, por tanto, enseñar modelos que solo tienen sentido si hay un hecho a interpretar, por lo que se precisa que el texto haga referencia explícita al hecho. En este sentido es importante cómo se presentan los hechos al lector, es decir, si se introduce el modelo al lector a partir de una situación del mundo o de un modelo científico ya interpretado. Se debe recordar que ya los hechos utilizados en el texto son interpretaciones del autor, de modo que se hace necesario explicitar qué aspectos ya han sido interpretados, pues el lector no necesariamente compartirá la misma interpretación del autor. Por otra parte, para generar preguntas, interés y sorpresa, que impulse la actividad experimental, que emocione y deba ser comunicada y compartida, es necesario un contexto más próximo al alumnado, es decir, un contexto más cercano, que cobre sentido en el ámbito educativo (Izquierdo, 2013).

El uso de tecnicismos hace referencia al uso de conceptos científicos expresados en el texto. Para ello es necesario analizar los conceptos y luego ver las relaciones semánticas entre los distintos términos científicos. Los conceptos pueden participar del lenguaje cotidiano o no, para lo cual es preciso tener claro que el lenguaje cotidiano se genera en un sistema de creencias a lo que se llama sentido común. Su ontología y epistemología es propia de la tradición cultural en la que se vive y como conocimiento privado es abierto al ritmo de vida de cada cual. Por el contrario, la ontología y epistemología del lenguaje científico dependen de la tradición científica que acepta unas determinadas reglas y otras no (Izquierdo, 2013). Sin embargo, algunos conceptos científicos participan en el lenguaje social, debido a la popularización de la ciencia, pero ello no asegura que un lector no experto tenga construido un significado científico para ello, aunque sí es probable que haya construido otro tipo de significado que no se corresponde con el científico (Sutton, 1997). Con relación a la naturaleza de los conceptos, se plantea la posibilidad que el lector tenga construido algún tipo de significado, pero no por ello tiene la facilidad de inferir este. Por ello, el texto debe explicitar los aspectos del significado, con el objetivo de facilitar la inferencia que el lector no experto pueda llegar a realizar. A su vez, también es importante que el concepto tenga algún referente en el texto, puesto que facilitará la interpretación del significado por parte del lector, debido a que el referente diversificará el término y por ende el lector no inferirá su significado solo a partir de sus conocimientos (Marbà, 2004), lo que permitirá comprender mejor el significado de los conceptos.

La problematización hace referencia a cómo el texto coloca en cuestión determinados conceptos u hechos científicos. Esto permite analizar y discutir los diferentes aspectos (que proporcionarán mayor facilidad al lector para realizar inferencias) del fenómeno, los que al ser resueltos permitirán construir conocimientos y explicaciones científicas con el fin de resolver los problemas que se presentan en el mundo físico y biológico (Izquierdo, 2013). Se analiza la posibilidad de que los conceptos se presenten o no en un problema, y si la problematización corresponde a un problema científico o un problema relacionado con el mundo y al tipo de explicaciones que se generan. En cuanto a las explicaciones, la finalidad radica en explicar algunos fenómenos que, dependiendo de cómo sean explicados, serán o no identificados y/o significativos para el lector (Marbà, 2004). Ogborn (1996) propone una forma de pensar sobre la naturaleza de las explicaciones, específicamente en los procesos de creación de significados en la explicación, que consta, a su vez, de cuatro fases principales que Turney (2004) ha adaptado a los libros de texto:

- a) La creación de diferencias: trata de establecer las diferencias entre lo que los lectores o los individuos en general piensan de la situación o lo que generalmente se toma por verdad y lo que expone el autor del texto. Este contraste se puede dar de diversas formas, como por ejemplo señalar la propia visión del lector, describir lo que alguien piensa, donde el otro puede ser un actor histórico, un científico o alguien de otra cultura. En algunas ocasiones incluso se trata de persuadir al lector de que lo que se explica es algo que, de hecho, requiere de explicación.
- b) La elaboración de entidades: según Ogborn (1996) una explicación científica requiere de actores que formen parte del conocimiento científico. En el caso de los libros de texto los autores deben encontrar formas de introducir el elenco de personajes que quieren usar en su explicación, como por ejemplo gen, enzima, átomo, anticuerpo, agujero negro, neurona o campo magnético, y describir sus propiedades.
- c) La transformación del conocimiento: invita a pensar en alguna entidad de una manera, a modo de introducción, y más tarde a pensar de otra manera, como un sustituto, un complemento, o una adición a lo que se dijo antes. A menudo esto se puede realizar utilizando un relato histórico.
- d) La tarea de dotar de sentido a la materia: "poner significado en la materia" se refiere estrictamente a algo que sucede fuera del texto. Se usa esta frase para describir el uso de demostraciones. Los equivalentes textuales directos de este trabajo en los libros de ciencia popular serían relatos de experimentos o demostraciones. Pero también el uso de los diversos dispositivos que intentan inducirnos a ver las cosas desde el punto de vista de las entidades que se describen: "si fueras un electrón / glóbulos blancos / radicales libres / rayos cósmicos ..."

Metodología

La intención de caracterizar los textos escolares de biología de dos niveles de enseñanza media en Chile sitúa la investigación en un paradigma y metodología de tipo cualitativa. Se estudian textos particulares utilizados en educación secundaria, con la finalidad de explicar y sistematizar el contenido de los mensajes que se comunican en ellos y la expresión de ese contenido con ayuda de indicios cuantificables o no (Abela, 2002). Desde el punto de vista metodológico la investigación se orienta bajo los parámetros del análisis de contenido.

En una primera instancia, para dar respuesta al primer objetivo de investigación se ha llevado a cabo la representación del contenido del texto escolar por medio de un tipo particular de mapas conceptuales propuestos por Thagard (1992), donde se puede establecer la naturaleza de las relaciones entre conceptos científicos. Posteriormente, en una segunda instancia, para dar respuesta a nuestro segundo objetivo de investigación se analiza el contenido del texto escolar respecto de tres categorías de análisis: la contextualización, el uso de tecnicismos y la problematización del propio contenido.

Selección de la muestra

La muestra corresponde a 4 libros de textos. Dichos textos de estudio estuvieron vigentes entre los años 2014 y 2016, todos correspondientes a la editorial Santillana, debido a que es la editorial a la cual se ha tenido acceso y a la vez una de las más populares en Chile. Cabe destacar que editorial Santillana elabora tanto libros ministeriales como libros para el sector privado. Se escogen los niveles de 8° año básico y 1° año medio de enseñanza secundaria obligatoria, debido a que el marco curricular dicta el contenido de célula en estos niveles de enseñanza. Se eligen 2 textos escolares oficiales que ofrece el Ministerio de Educación a las instituciones educativas y 2 textos privados que cumplen con la norma curricular. La política pública del Estado chileno en esta materia establece obligatoriamente la entrega sistemática y gratuita de textos de calidad, para los sectores prioritarios del currículum, a todos los estudiantes y profesores de los establecimientos educacionales municipales y subvencionados del país regidos por el Decreto con Fuerza de Ley N°2 de Educación de 1998 (DFL (Ed.) N° 2) y por el Decreto Ley 3.166 de 1980 del Ministerio de Educación.

Recogida de información

Cada libro de texto está dividido por unidades de aprendizaje. De los textos se seleccionan aquellas unidades que tratan el contenido de célula. Cada unidad de aprendizaje, a su vez, se subdivide en diferentes temáticas que tienen relación con el contenido en estudio (ver detalle en tabla 1). De cada temática se seleccionan aquellos fragmentos que explican qué caracteriza a la célula, cómo funciona y se organiza para permitir la vida. En esta ocasión dejamos de lado los fragmentos que hacen referencia a la descripción de sus orgánulos y las funciones de éstos, debido a la excesiva cantidad de información que presentan cada uno de los libros de texto y a que el propósito de esta investigación es la caracterización del contenido general de célula.

Tabla 1. Libros y sus temáticas por unidad de aprendizaje.

Libro de texto	Unidad de aprendizaje	N° de temáticas	Nombre de la Temática
Libro 1. Ciencias naturales 8° año 2016. Ministerial	Unidad 1: Célula y nutrición en el ser humano	5	Presentación
			Propósito de la lección
			¿Cómo se estudian las células?
			¿Qué tan diversas son las células?
			Origen de las células eucariontes y Célula y herencia
Libro 2. Biología 8° año 2016. Privado	Unidad 1: Células y tejidos	4	Funciones Vitales
			Teoría Celular
			Células Procariontes
			Células Eucariontes
			Me preparo para la unidad
Libro 3. Biología 1° medio 2016. Privado	Unidad 1: La célula	7	¿Cómo se descubrieron las células? Estudio de las células
			Teoría Celular
			Todos los seres vivos están formados por células
			Células procariontes
			Células vegetales
			Origen de las células eucariontes

Libro 4. Biología 1° medio 2014. Privado	Unidad 1: La célula	7	Meta de la unidad
			Las células y sus componentes básicos
			Desarrollo de la teoría celular
			Componentes básicos celulares
			Tipos de células y sus organelos
Células eucariontes. Posible origen de las células eucariontes			
Células vegetales			

Categorías de análisis

a) Respecto al primer objetivo de investigación: las unidades de significado de cada uno de los textos escolares se numeran y categorizan, respecto de las relaciones propuestas por Thagard (1992). De estas unidades se extraen los conceptos científicos para construir los mapas conceptuales propuestos por el mismo autor. Este tipo de análisis ya ha sido utilizado y probado por diversos autores (Marzábal e Izquierdo, 2017; Marbà, 2004; Marbà y Márquez, 2005) en el área de la Didáctica de las Ciencias.

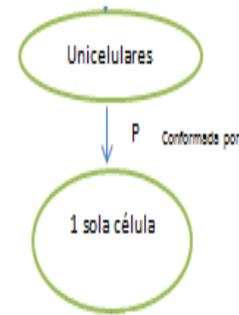
La particularidad de los mapas conceptuales de Thagard radica en la categorización de las relaciones que se establecen entre los conceptos científicos, lo que permite examinar en mayor profundidad los textos y determinar jerarquías entre ellos. De esta forma, los mapas conceptuales pueden ser considerados como una representación visual de la jerarquía y las relaciones entre conceptos científicos, consiguiendo entender con ello su naturaleza y organización (Izquierdo y Marzábal, 2017).

Según Thagard (1992) los conceptos son estructuras mentales complejas que se relacionan entre sí dando lugar a sistemas que funcionan como teorías. El mismo autor propone una representación de sistemas conceptuales identificando los conceptos en el interior de una elipse por sus propiedades de relación (Izquierdo y Marzábal, 2017). Estas relaciones pertenecen a 5 categorías posibles: relaciones de clase, ejemplo, regla, propiedad y parte (ver tabla 2).

Tabla 2. Ejemplos y representación de las categorías utilizadas en los mapas de Thagard.

Relaciones entre conceptos	Descripción	Ejemplo	Representación
Relaciones de clase	Un concepto es una especie de otro. Se designan con la letra C y se identifican con una línea recta. Concepto en elipse.	Las células pueden clasificarse en dos grandes grupos (procariontes y eucariontes).	
Relaciones de ejemplo	Un objeto particular es un ejemplo de otro concepto. Se designan con la letra E y se identifican con una línea recta. Concepto en un rectángulo.	Las células son la unidad fundamental que integra todos los seres vivos, incluido tu propio cuerpo.	
Relaciones de regla	Expresan relaciones generales entre conceptos. Se designan con la letra R y se identifican con líneas curvas terminadas en punta de flecha. Concepto en una elipse.	La célula es la unidad básica de todas las formas de vida.	
Relaciones de propiedad	Un objeto tiene una propiedad. Se designan con la letra Pr y se identifican con líneas curvas terminadas en punta de flecha. Concepto en una elipse.	Las células procariontes (pro=antes y carion=núcleo) ya que carecen de un núcleo delimitado.	

Relaciones de parte	Un objeto está formado por partes. Se designan con la letra P y se identifican con líneas rectas en punta de flecha. Concepto en una elipse.	Los organismos unicelulares están formados por una sola célula.
----------------------------	--	---



Adaptación tabla de descripción y representación de los mapas de Thagard (Marzábal e Izquierdo, 2017).

b) Respecto al segundo objetivo de investigación: se analizan las unidades de aprendizaje que enseñan el contenido de célula a base de la contextualización, el uso de tecnicismos y la problematización del propio contenido. A continuación, se detallan las categorías y sus ítems respectivos:

Respecto al contexto: Se analizan las situaciones y/o fenómenos que trata el texto escolar y cómo a partir de ello se aproxima el lector al modelo. Se formula esta categoría teniendo como referencia que el contenido que se propone entregue respuesta a un problema o una situación concreta a resolver. Para esta categoría se consideran 2 ítems:

- Tipo de Contexto: Si el fenómeno es cercano o no al estudiante, para relacionarlo con la posibilidad de que el lector reconozca e interprete las situaciones que permitan su trabajo y las preguntas que se consideran adecuadas para llegar a construir los conocimientos científicos y sus lenguajes, que se han de poder aplicar a la vida cotidiana.
- Naturaleza del modelo: Si se plantea el modelo al estudiante, a partir de un fenómeno del mundo o del modelo científico teórico ya interpretado.

Respecto del uso de tecnicismos: El propósito de esta categoría es determinar la cantidad de inferencias que deberá realizar el lector para comprender científicamente la unidad de aprendizaje del texto escolar. Luego de haber seleccionado los conceptos científicos que participan en la comprensión científica de esta unidad, se los analiza a base de 3 ítems:

- Presencia de referente: Si los conceptos tienen un referente o no en el texto.
- Tipo de referente: Si los conceptos presentan un referente en el lenguaje cotidiano o en el lenguaje científico.
- Presencia de significado: Si los conceptos presentan su significado o no en el texto. De no presentar su significado, verificar si este se puede intuir con la información del mismo texto.

Respecto de la problematización: Esta categoría hace referencia a cómo el texto escolar presenta y coloca en cuestión los determinados hechos y conceptos, con la finalidad de analizar y discutir los aspectos que plantean más dificultades. Para esta categoría se consideran 2 ítems:

- Presencia de problema: Si los conceptos se presentan o no en una situación problemática que no está resuelta para los estudiantes.
- Tipo de problema: Si los conceptos se presentan en un problema científico o en un problema relacionado con el mundo.

Resultados y Discusión

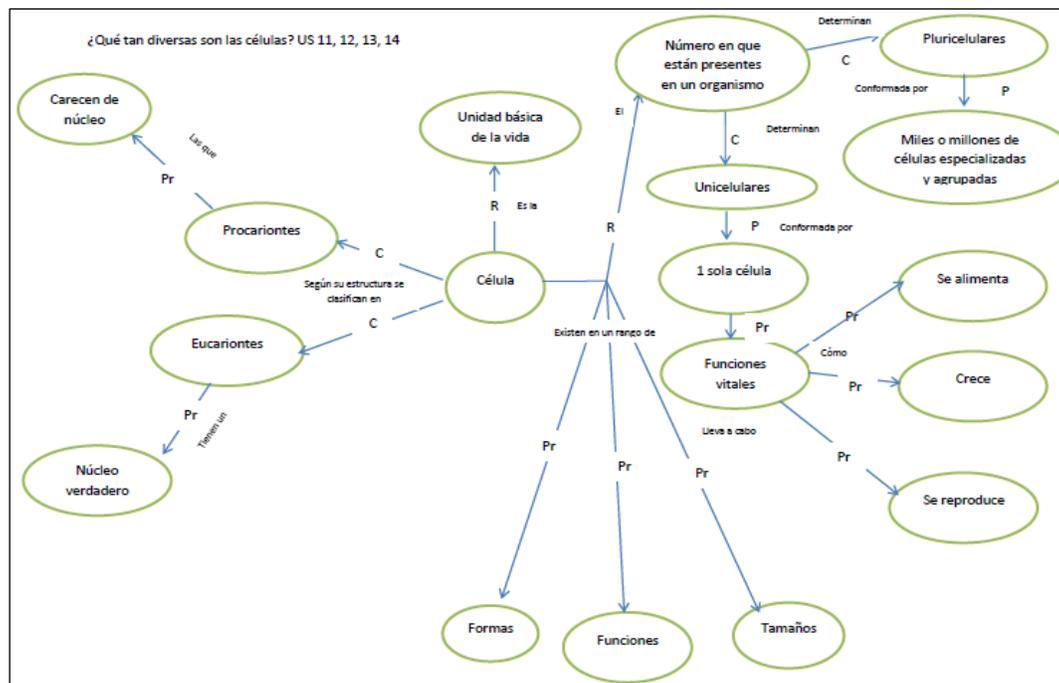
A continuación se revisan los resultados de acuerdo a los diferentes objetivos de investigación y por cada libro de texto.

Resultados y discusión 1. Referente al primer objetivo de investigación:

Se elaboran mapas conceptuales de Thagard para cada una de las temáticas que conforman las unidades de aprendizaje de célula en los diferentes textos (ver figura 1). Respecto de este objetivo se observa que las relaciones entre los conceptos científicos que se utilizan con mayor frecuencia en los textos son las de propiedad, parte y clase (ver resumen tabla 3 y detalle de cada libro).

Libro de texto	Apartados del libro	R. clase	R. ejemplo	R. regla	R. propiedad	R. parte
Libro 1 Ciencias naturales 8° año 2016.	Presentación	-	-	1	7	3
	Propósito de la lección	7	1	-	3	-
	¿Cómo se estudian las células?	6	-	1	3	-
	¿Qué tan diversas son las células?	4	-	1	9	2
Libro 2 Biología 8° año 2016.	Origen de las células eucariontes y Célula y herencia	2	.	2	8	-
	Funciones Vitales	3	-	2	4	-
	Teoría Celular	-	-	3	3	-
	Células Procariontes	2	-	-	7	1
Libro 3 Biología 1° medio 2016.	Células Eucariontes	7	-	-	6	-
	Me preparo para la unidad	1	1	2	-	-
	¿Cómo se descubrieron las células? Estudio de las células	4	-	-	8	-

Libro 4 Biología 1° medio 2014.	Teoría Celular	-	-	3	5	5
	Todos los seres vivos están formados por células	6	1	1	-	5
	Células procariontes	4	-	-	4	-
	Células vegetales	-	-	1	1	4
	Origen de las células eucariontes	2	-	3	17	-
	Meta de la unidad	-	-	1	3	-
	Las células y sus componentes básicos	4	-	-	8	-
	Desarrollo de la teoría celular	-	-	3	5	4
	Componentes básicos celulares	6	1	1	-	5
	Tipos de células y sus orgánulos	4	-	-	5	4
	Células eucariontes. Posible origen de las células eucariontes	6	-	4	19	15



Células vegetales	2	-	-	4	2
-------------------	---	---	---	---	---

Figura 1: Ejemplo de análisis de Mapa de Thagard de la temática ¿qué tan diversas son las células?, conformada por 4 unidades de significado que corresponden a las unidades 11, 12, 13 y 14. Dicha temática forma parte de la Unidad de Aprendizaje de Célula del libro de 8° año básico de Ciencias Naturales, de la Editorial Santillana, financiado por el Ministerio de Educación.

Tabla 3. Resumen de las relaciones entre conceptos científicos por cada libro de texto.

- Libro de Texto 1: se caracteriza por utilizar en la unidad de aprendizaje de “Célula y Nutrición en el Ser Humano” una mayor cantidad de relaciones de propiedad, específicamente 30 y en segundo lugar 19 relaciones de clase. Las relaciones de regla y parte se presentan en una mínima cantidad y solo se visualiza una relación de ejemplo (ver tabla 3 de resumen). El texto muestra que existe una diferencia considerable en la cantidad de relaciones que se establecen, priorizando las relaciones de propiedad y clase, que permiten la descripción y jerarquización de los contenidos.
- Libro de Texto 2: se caracteriza por utilizar en la unidad de aprendizaje de “Célula y tejidos” una mayor cantidad de relaciones de propiedad, específicamente 20 y en segundo lugar 12 relaciones de clase. Las relaciones de ejemplo no se encuentran presentes en el texto y las relaciones de regla y parte se usan en una mínima cantidad (ver tabla 3 de resumen). Se visualiza en el texto la notoria diferencia en la cantidad de relaciones, situando a las de propiedad como las más utilizadas en conjunto con las de clase, las cuales permiten que el texto describa y jerarquice los contenidos.
- Libro de Texto 3: se caracteriza por utilizar en la unidad de aprendizaje de “La Célula” una mayor cantidad de relaciones de propiedad, específicamente 31, en segundo lugar 17 relaciones de clase y en tercer lugar 14 relaciones de parte. Las relaciones de regla y ejemplo se usan en menor cantidad (ver tabla 3 de resumen). Se visualiza que el texto utiliza principalmente las relaciones de propiedad, clase y parte, las cuales permiten que el libro describa y jerarquice los contenidos.
- Libro de Texto 4: se caracteriza por utilizar en la unidad de aprendizaje de “La Célula” una mayor cantidad de relaciones de propiedad, específicamente 42, en segundo lugar 30 relaciones de parte y en tercer lugar 19 relaciones de clase. Las relaciones de regla y ejemplo se usan en menor cantidad (ver tabla 3 de resumen). Se visualiza que el texto utiliza principalmente de relaciones de propiedad, parte y clase, las cuales permiten que el libro describa y jerarquice los contenidos.

En cuanto se refiere a la relación entre los conceptos científicos de las unidades de aprendizaje de célula analizadas, por medio de los mapas de Thagard se evidencia que los sistemas conceptuales de los textos en estudio no cumplen con las funciones ideales de un libro de texto, debido a que los sistemas conceptuales consisten en conceptos organizados en jerarquías de parentesco y jerarquías de parte y vinculados entre sí por reglas. Dicho de otro modo, los sistemas conceptuales deben funcionar como teorías que permitan categorizar, realizar inferencias deductivas, explicar, resolver problemas, generalizar, hacer inferencias analógicas, memorizar y permitir la comprensión y producción del lenguaje y el aprendizaje (Thagard, 1992).

Por el contrario, en los libros de texto estudiados se prioriza la utilización de relaciones entre conceptos de tipo propiedad, clase y parte, las que permiten que los textos de estudio se estructuren principalmente de forma descriptiva y jerárquica, que se caracterizan por la

nominalización de los procesos científicos, es decir, por convertir los procesos en nombres, transformando un mundo en el que pasan cosas en un mundo en el que hay cosas, lo que genera una complicación para los estudiantes, pues dan lugar a una gran abstracción de los contenidos presentados (Márquez y Prat, 2005).

La importancia del papel de los conceptos en la intervención de los fenómenos del mundo y en el establecimiento de relaciones entre los conceptos científicos es esencial en los procesos de lectura del alumnado. Así, los conceptos pueden ir dando lugar a nuevas relaciones que se establecen con nuevos conceptos en sus respectivos hechos interpretados y así evolucionar continuamente (Izquierdo, 2004).

Resultados y discusión 2. Referente al segundo objetivo de investigación:

Se puede decir que las unidades de célula analizadas en los diferentes textos escolares no utilizan contexto ni problematización del contenido, pero si emplean numerosos conceptos científicos sin significado en el texto (ver síntesis tabla 4 y detalle de las categorías analizadas en los 4 libros de textos).

Tabla 4. Síntesis de los resultados de las categorías de análisis, contextualización, uso de tecnicismos y problematización por libro de texto.

Libro de texto	Apartados del libro	Contexto	Uso de tecnicismos Sin/Con definición	Problematización
Ciencias naturales 8° año 2016. Ministerial	Presentación	No presenta	10 /1	No presenta
	Propósito de la lección	No presenta	13 /1	No presenta
	¿Cómo se estudian las células?	No presenta	9 /2	No presenta
	¿Qué tan diversas son las células?	No presenta	6 /6	No presenta
Biología 8° año 2016. Privado	Origen de las células eucariontes y Célula y herencia	No presenta	13 /2	No presenta
	Funciones Vitales	No presenta	18 /1	No presenta
	Teoría Celular	No presenta	4 /4	No presenta
	Células Procariontes	No presenta	8 /2	No presenta
Biología 1° medio 2016. Privado	Células Eucariontes	No presenta	15 /1	No presenta
	Me preparo para la unidad	No presenta	6 /1	No presenta
	¿Cómo se descubrieron las células? Estudio de las células	No presenta	9 /0	No presenta
	Teoría Celular	No presenta	26 /2	No presenta
Biología 1° medio 2014. Privado	Todos los seres vivos están formados por células	No presenta	10 /7	No presenta
	Células procariontes	No presenta	6 /8	No presenta
	Células vegetales	No presenta	7 /1	No presenta
	Origen de las células eucariontes	No presenta	22/1	No presenta
	Meta de la unidad	No presenta	4/0	No presenta
	Las células y sus componentes básicos	No presenta	9/0	No presenta
	Desarrollo de la teoría celular	No presenta	27/2	No presenta
Biología 1° medio 2014. Privado	Componentes básicos celulares	No presenta	10/7	No presenta
	Tipos de células y sus orgánulos	No presenta	7/13	No presenta
	Células eucariontes.	No presenta	36/4	No presenta
	Posible origen de las células eucariontes	No presenta		
	Células vegetales	No presenta	10/2	No presenta

a) En lo que se refiere a la contextualización: los cuatro libros de texto coinciden en que la Unidad de Célula no presenta contexto. Se habla de fenómenos científicos que son lejanos para el estudiante, lo que dificulta la construcción de los conocimientos científicos y sus lenguajes, y aplicarlos a la vida cotidiana. Además, se plantea el modelo científico teórico de célula ya interpretado, describiendo una cantidad bastante extensa de las características de las células, ya sea en cuanto su descubrimiento, desarrollo de teorías, características generales y particulares, estructura y clasificación, nombrando algunas de sus partes y clasificándolas de acuerdo con el criterio de morfología. Se visualiza que la estructura de las unidades de aprendizaje estudiadas de los libros escolares busca conseguir

que los estudiantes memoricen una cantidad considerable de nombres que solo aportan conocimiento enciclopédico.

Los textos de estudio no consideran un contexto cercano al lector ni un fenómeno del mundo. Por ejemplo, los 4 textos presentan un ejemplo en común en torno a los procesos vitales de un organismo: “se reproducen, se nutren, crecen, desarrollan actividades y mueren”, pero en ningún caso relacionan esta generalización con un ser vivo concreto para el alumnado ni menos conocido, lo cual implica que el estudiante deba inferir qué relación hay entre el mundo y el modelo presentado y qué aprendizajes previos deberá rescatar para leer de forma significativa (Marbà y Márquez, 2005).

Como consecuencia de la ausencia de contexto en los libros de texto se generarán dificultades en los aprendizajes del alumnado, vinculadas con la construcción de los conocimientos y lenguajes científicos. El alumnado será incapaz de aplicar dichos conocimientos y lenguajes a la vida cotidiana (Izquierdo 2013), pues no dispondrá de hechos que le permitan acercarse al modelo científico y así interpretar los hechos del mundo (Marbà, 2004). Por otra parte, la ausencia de un contexto próximo al estudiante impide que los conocimientos científicos cobren importancia en el ámbito educativo. Para generar preguntas, interés y sorpresa que impulse la actividad experimental que emocione y deba ser comunicada y compartida es necesario un contexto más cercano para el alumnado (Izquierdo, 2013).

b) En lo que se refiere al uso de tecnicismos: los 4 libros analizados utilizan en su Unidad de Célula una gran cantidad de conceptos científicos sin especificar su significado. Se emplea lenguaje sin referente en el lenguaje coloquial y los tecnicismos sin definición no pueden intuirse con el mismo texto, debido a la excesiva información científica que se encuentra en este material. Por otra parte, los conceptos científicos que presentan definición se caracterizan por ser términos de significado amplio, es decir, por ser descripciones extensas del descubrimiento, estructura y clasificación de las células. Ninguna de las entidades que se utilizan para explicar la unidad de aprendizaje presentan un referente en el lenguaje cotidiano de los estudiantes; más bien emplean los términos científicos que se corresponden con la comunidad científica y que a la vez ayudan a explicar e interpretar el modelo científico correspondiente. Esto indica que el estudiante deberá no solo inferir el modelo, sino también que la información que se presenta en el texto ya es una interpretación.

Sutton (1997) explica que las dificultades en la comprensión de los textos científicos y en el uso del lenguaje que se divulga en ellos se generan debido a la idea que transmiten los libros de la ciencia, en los cuales el lenguaje usado no es más que un comentario neutro de los descubrimientos realizados por los científicos, en los que las palabras toman una función descriptiva de los hechos, como un sistema de etiquetaje, más que una función formadora de la teoría. Por otro lado, la utilización de frases impersonales en los libros de texto ayudaría a deshumanizar la actividad científica (Sutton, 1997).

Como consecuencia de la ausencia de referentes en el lenguaje coloquial en el texto se dificulta aún más la interpretación del significado de los conceptos por parte del lector. La presencia de referente diversifica los términos, por lo que los lectores no expertos pueden

inferir los significados no solo a partir de sus conocimientos, lo que permitirá comprender mejor el texto (Marbà, 2004).

Se concuerda con Lemke (citado por Sutton, 1997), quien alude a que los textos escolares y el lenguaje utilizado en ellos debe ser un medio de ayuda en el cual se muestre a los estudiantes que los conceptos científicos no fueron universales en sus orígenes, y ayudarles a comprender el esfuerzo interpretativo y los razonamientos que los científicos realizaron para llegar a ellos.

c) En lo que se refiere a la problematización: los 4 libros de texto coinciden en que los fenómenos científicos planteados en la Unidad de Célula no presentan ni generan problemas científicos ni relacionados con el mundo, solo muestran una cantidad considerable de información a modo de descripción de los contenidos.

De acuerdo con esto, en ninguno de los 4 textos analizados se pudo verificar la presencia de la dinámica de la explicación científica propuesta por Ogborn (1996) en sus cuatro fases, y adaptadas por Turney (2004) para los libros de texto, sobre los procesos de creación de significados en la explicación (creación de diferencias, elaboración de entidades, transformación del conocimiento y dotar sentido a la materia).

Se coincide con seguir la dinámica de la explicación científica propuesta por Ogborn (1996) y las ideas planteadas por Izquierdo (2013), quien menciona que un buen libro de texto planteará preguntas adecuadas y favorecerá la generación de preguntas por parte de alumnado, con el propósito de que se construyan explicaciones que permitan resolver problemas que se presentan en los distintos medios (físico, biológico, químico) y así generar conocimientos científicos significativos.

Conclusiones

1. Respecto del objetivo general de esta investigación: caracterizar el contenido de célula en los textos escolares de biología de enseñanza secundaria de Chile, se puede concluir que:

Los cuatro libros de textos analizados presentan las siguientes características en común:

- Utilizan una cantidad excesiva de conceptos científicos.
- Las relaciones entre los conceptos científicos son de tipo propiedad, clase y parte, que a su vez son relaciones muy utilizadas en la descripción y jerarquización de un contenido.
- No se usa contexto cercano a los estudiantes, ni un contexto científico que permita guiar su aprendizaje.
- Poseen gran cantidad de términos científicos que en su mayoría no tienen significados y menos referentes en el lenguaje coloquial; solo en el lenguaje científico.

- No se problematizan los fenómenos de ninguna forma, es decir, no se evidencia ningún tipo de problema (problema del mundo o problema científico), lo que impide la generación de explicaciones.

2. Respecto del primer objetivo de investigación: identificar qué conceptos científicos y qué relaciones se establecen entre ellos respecto del contenido de célula, se puede concluir que:

- Los mapas de Thagard han permitido representar gráficamente el contenido de célula y así analizar las estructuras textuales de las unidades de aprendizaje de célula de cada uno de los libros de texto de biología. Esta forma de representación del contenido es de gran utilidad, pues permite mostrar las estructuras conceptuales de los libros de texto de ciencias y la comparación entre ellos.
- Por medio de los mapas de Thagard se evidenció que en cada uno de los textos priman las relaciones que facilitan la descripción y jerarquización del contenido científico en estudio. Por el contrario, los libros de texto utilizan muy pocas relaciones que permiten la explicación y generalización del contenido, así como también su ejemplificación.

3. Respecto del segundo objetivo de investigación: analizar el contenido de célula respecto de la contextualización, el uso de tecnicismos y problematización del propio contenido en los 4 libros de texto, se puede concluir que:

- Referente a la contextualización en los libros de texto: estos no contextualizan el contenido de célula, acercan el modelo al lector utilizando los hechos científicos ya interpretados. Además, los textos de estudio no consideran un contexto cercano al lector ni un fenómeno del mundo. Como ejemplo se plantea la situación de los 4 textos donde se presenta un ejemplo en común, pero no se relaciona esa generalización con un ser vivo en concreto o conocido para los estudiantes.
- Referente al uso de tecnicismos en los libros de texto: estos muestran como característica común la excesiva utilización de tecnicismos en las unidades de aprendizajes de célula. Los conceptos científicos no presentan referentes en el lenguaje coloquial y la mayoría (sobre el 80%) de ellos no presentan significados en los textos y no se puede intuir el significado con la información que entregan los libros, puesto que el lenguaje utilizado corresponde exclusivamente al científico. Una mínima cantidad de tecnicismos sí presentan su significado, el cual corresponde a un detalle técnico y descriptivo del concepto.
Al identificar en los mapas de Thagard los tipos de relaciones que se establecían entre los conceptos científicos se puede concluir que no existe un modelo científico explícito en los libros de texto, debido a que no se presenta contexto en ninguno de ellos.
- Referente a la problematización en los libros de textos: estos no problematizan fenómenos (de ningún tipo) relacionados con el contenido de célula. Esta realidad no permite que los estudiantes analicen, discutan y generen explicaciones.

Es fundamental continuar con el análisis de los libros de texto de ciencias, debido a las dificultades asociadas a la lectura y su comprensión. En esta misma línea, la prospectiva de esta investigación se relaciona con tres aspectos:

1. Estudiar el nivel de comprensibilidad de los textos de biología,
2. Trabajar estrategias de lectura y de construcción de significados científicos que permitan a los estudiantes comprender mejor los textos de estudio, para así discriminar entre hechos del mundo, hechos científicos y el modelo científico; y, por último
3. Generar propuestas de mejora orientadas a: la incorporación, utilización y desarrollo de unas pocas ideas centrales de la biología o modelos de la ciencia escolar en los textos de estudio, aquellos modelos científicos relevantes y significativos para los estudiantes.

Finalmente, se considera primordial trabajar y contribuir en políticas educativas que fiscalicen de forma rigurosa la elaboración de los textos escolares científicos. Este tipo de estudio puede contribuir a que las editoriales de libros de texto tengan en cuenta estrategias para promover la construcción de conocimientos científicos.

Bibliografía

- Abela, J. A. (2002). Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada. Agencia de calidad de la educación. SIMCE. Recuperado de <http://www.agenciaeducacion.cl/evaluaciones/que-es-el-simce/>
- Bargalló, C. M. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje.
- Bargalló, C. M., & Prat, A. (2005). Leer en clase de ciencias. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 23(3), 431-440.
- Bellei, C. (2007). Expansión de la educación privada y mejoramiento de la educación en Chile. Evaluación a partir de la evidencia. Expansion of private schools and educational improvement in Chile. An evidence-based evaluation. *Revista pensamiento educativo*, 40(1), 1-37.
- Besa, C., & Aguayo, B. (1997). El futuro en riesgo: nuestros textos escolares. B. Eyzaguirre, & L. Fontaine (Eds.). Centro de Estudios Públicos.
- Bonafé, J. M. (2002). *Políticas del libro de texto escolar* (Vol. 9). Ediciones Morata.
- Bustamante, C. (2016). Célula y tejidos. *Ciencias Naturales 8° Básico Biología* (p.16 – 32). Santiago: Santillana.
- Caballer, M.J. y Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la Educación General Básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), pág. 63-68.
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 323-338.
- Certad, P. (2015). Análisis de contenido del texto escolar de ciencias naturales tercer grado: Colección Bicentenario" La Tierra: Nuestro Hogar". *Investigación y Postgrado*, 27(1), 139-162.

- Díaz de Bustamante, J. y Jiménez Aleixandre, M.P. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), pág. 183-194.
- Flores, F., Tovar, M. E., Gallegos, L., Velázquez, M. E., Valdés, S., Saitz, S., ... & Villar, M. (2001). Representación e Ideas Previas acerca de la célula en los estudiantes del Bachillerato (Reporte de Investigación). CCH Sur, UNAM.
- Flores, Fernando, Ma. Eugenia Tovar y Leticia Gallegos. 2001. ¿Qué representación de célula tienen los estudiantes? Correo del maestro No. 60 mayo de 2001. <http://www.correodelmaestro.com/anteriores/2001/mayo/celula.htm>
- Flores, S. y Herrera, M. (2016). Célula y nutrición en el ser humano. *Texto del estudiante Ciencias Naturales 8° Básico*. Edición especial Ministerio de Educación de Chile (p. 08 – 44). Santiago: Santillana.
- García Rovira, M. P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra).
- Izquierdo i Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar: Un ejemplo de química. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra).
- Izquierdo, M. (2013). Consideraciones cerca de la diferencia entre “Contexto del alumno” y contexto de modelización científica escolar” y de las dificultades que de ella se derivan. *Perspectives sobre el context en educació científica: Aproximacions teòriques i implicacions per a la pràctica educativa*. Seminari de Doctorat (pp. 20 – 31).
- Izquierdo, M. (2017). Estructuras retóricas en los libros de ciencias. *TARBIYA, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (36), 11 – 34.
- López, M. y Pereda, S. (2016). La célula. *Texto del estudiante Biología 1° medio*. Edición especial Ministerio de Educación de Chile (p. 13-35). Santiago: Santillana.
- López, M., Pereda, S., Pavez, J., & Navarro, G. (2014). La célula. *Texto del estudiante Biología 1° medio* (p. 14-37). Santiago: Santillana
- Marbà Tallada, A., & Márquez, C. (2005). El conocimiento Científico, los textos de Ciencias y la lectura en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra).
- Marbà, A. (2004). Com es comunica el coneixement científic en els textos de ciències? Una proposta d'anàlisi. *Trabajo de investigación. Universitat Autònoma de Barcelona*.
- Martín Gámez, C., Jiménez López, Á., & Prieto Ruz, T. (2013). El problema de la producción y el consumo de energía: ¿Cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria? *Enseñanza de las ciencias*, 31(2), 0153-172.
- Marzábal Blancafort, A., & Izquierdo i Aymerich, M. (2017). Análisis de las estructuras textuales de los textos escolares de química en relación con su función docente. *Enseñanza de las ciencias*, 35(1), 111-132.
- Merino Rubilar, C., & Izquierdo i Aymerich, M. (2011). Aportes a la modelización según el cambio químico. *Educación química*, 22(3), 212-223.
- MINEDUC (2010). Textos escolares. Recuperado de http://www.textosescolares.cl/index2.php?id_portal=65&id_seccion=3748&id_contenido=15677
- Occelli, M., & Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(2).
- Occelli, M., Valeiras, N., & Bernardello, G. (2015). La biotecnología en libros de texto de escuela secundaria: un análisis de los libros utilizados en Córdoba

- (Argentina). *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 10(1), 34-44.
- Ogborn, J., Kress, G., & Martins, I., McGillicuddy, K. (1996). *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en Secundaria*. Santillana Aula XXI.
- PISA (2015). Resultados clave. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Política de Textos Escolares. Gobierno de Chile. Recuperado de http://www.textosescolares.cl/usuarios/tescolares/File/Folleto_Politica_nuevaversio_n.pdf
- Rodrigues, L. Z. (2015). O professor e o uso do livro didático de biologia.
- Rodríguez Palmero, M. L., & Moreira, M. A. (1999). Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. *Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 4, n. 2 (maio/ago. 1999), p. 121-160.*
- Rodríguez Palmero, M. L., & Moreira, M. A. (2002). Modelos mentales vs esquemas de célula. *Investigações em ensino de ciências. Vol. 7, n. 1 (jan./mar. 2002), p. 77-103.*
- Ruiz, J. (2009). Análisis sociológico del discurso: métodos y lógicas. In *Forum: Qualitative social research* (Vol. 10, No. 2, pp. 1-32).
- Sanmartí, N. i Oliveras, B. (2011). Llegir per aprendre y per desenvolupar el pensament crític: reflexions des de l'aprenentatge de las ciències. A: C. Escobar i L. Nussbaum, *Aprendre en una altra llengua* (pp. 71-93) Bellaterra: UAB
- Solarte, M. C. (2013). Análisis de contenidos en los textos escolares de Ciencias Naturales, aplicando la Teoría de la Transposición Didáctica. *Revista Virtual EDUCyT, 1.*
- Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton University Press.
- Turney, J. (2004). Accounting for explanation in popular science texts—an analysis of popularized accounts of superstring theory. *Public Understanding of Science*, 13(4), 331-346.
- Valladares, J., de Dios, J., & Perales Palacios, F. J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 003-19.