

Olas de significado en la interacción profesor-alumno: análisis de dos clases de Ciencias Naturales de un 6^{to} de primaria*

Semantic waves in teacher-student interaction:
analysis of two Natural Science lessons in 6th grade

Juan Pablo Córdova Jiménez¹ · Giselle Melo¹ ·
Francesca Bacigalupo¹ · Dominique Manghi¹

Resumen: En las clases escolares de ciencias gran parte de los significados se construyen a partir de la interacción oral, mediante representaciones lingüísticas y visuales. Para alfabetizar a sus estudiantes los profesores se mueven entre el discurso científico y el discurso cotidiano, estos movimientos permiten a los aprendices razonar y ver el mundo natural desde la perspectiva de la disciplina. Maton propone que en las prácticas pedagógicas los profesores forman Olas Semánticas en el transcurso de su clase para andamiar los significados abstractos de la ciencia. Este estudio de caso aborda dos clases de un profesor enseñando la unidad Flujos de Energía en 6° básico de una escuela chilena. A través de un análisis del discurso de las actividades típicas de aula se identifican los movimientos entre el discurso científico y el cotidiano para describir las olas de significado que construye este profesor con sus alumnos.

Palabras-clave: Discurso pedagógico. Discurso científico. Alfabetización científica. Perfil semántico. Ola semántica.

Abstract: In science lessons at school most of the meanings are constructed during oral interaction and are represented through language and images. To help students to become literate, teachers move between scientific discourse and everyday discourse. These movements allow learners to think and see the natural world from the perspective of the discipline. Maton proposes that in pedagogical practices teachers build Semantic Waves during the lesson, to scaffold the abstract meanings of science. This case study addresses two lessons of a curriculum unit on Energy Flow in 6th grade of a Chilean primary school. Through discourse analysis of Typical Classroom Activities, we identify movements between scientific and everyday discourse to describe the waves of meaning that this teacher builds with his students.

Keywords: Pedagogic discourse. Scientific discourse. Scientific literacy. Semantic profile. Semantic wave.

* Resultados parciales del proyecto FONDECYT 1130684 “Alfabetización semiótica y mediación en la trayectoria escolar: descripción multimodal de las producciones de los estudiantes y del discurso de los profesores en clases de historia y de biología en una escuela municipalizada”.

¹ Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Región de Valparaíso, Chile. E-mail: <cordova.juanpablo@gmail.com>.

Introducción

En la vida de las personas aprender a hablar *el idioma de la ciencia* conlleva una gran dificultad. Esto porque los conocimientos y discurso cotidianos se adquieren primero que los conocimientos y discurso científicos. Estos últimos son integrados a la vida cotidiana a través de la escolarización o la participando en una comunidad que los practique; es por esto, que la ciencia se constituye como un proceso social. (LEMKE, 1997).

Sin embargo, ¿qué hay detrás de todos esos intentos escolares por enseñar ciencia y las dificultades que los estudiantes y profesores enfrentan en este proceso de alfabetización científica? Lemke (2002a), a partir del estudio de las clases de ciencias, propone algunas posibles respuestas. En primer lugar, afirma que cuando se enseña ciencia no sólo se está enseñando esta, sino que al mismo tiempo se transmite también una actitud frente a ella, una manera de enfrentarla. Estas resultan, para el autor, dañinas, ya que presentan a la ciencia como una materia mucho más difícil de entender que cualquier otra (LEMKE, 2008). Esto provoca que los docentes de educación actúen desde sus supuestos respecto a la dificultad que tienen los alumnos para acercarse al conocimiento científico en las áreas.

No obstante, desde una mirada social y cultural de lo que acontece en la escuela, cada contenido del currículo conlleva dificultad, ya que consisten en formas convencionales de habla, razonamiento y actuación (HALLIDAY, 1982; LEMKE, 2002a; MARTIN; VEEL, 1998). Esto implica que en cada asignatura se requiere un tipo de alfabetización distinta, cada una con su complejidad – lo que The New London Group (2000) denomina alfabetizaciones múltiples. Además, en la trayectoria escolar, estas se van haciendo cada vez más especializadas, requiriendo de los estudiantes una alfabetización avanzada y de los profesores una mediación que apoye este desarrollo.

Una segunda respuesta alude a que a la ciencia se le han adjudicado dos tipos de creencias (LEMKE, 2008). La primera, hace referencia a la verdad objetiva con la que se enseñan los hechos científicos, los cuales se presentan como verdades incuestionables. Moss y Chamorro (2008) señalan al respecto que si los procesos se presentan a los estudiantes como hechos objetivos, acabados e inmodificables, que no pueden ser cuestionados ni refutados, los aprendices no tiene otra opción que aceptarlos como la realidad. Si esto ocurre de esta manera, los alumnos no verían posible que ellos puedan cuestionar la “ciencia”. La segunda creencia, se enfoca a que la ciencia se opondría al sentido común, y por lo tanto pasaría a ser una verdad disponible sólo para los expertos (MARTIN, 1993), extremadamente incomprensible para el hombre común (LEMKE, 1997). En los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la disciplina en la escuela, la ciencia se representa y comunica a través del uso de muchos medios como presentaciones digitales, textos de estudios, lenguaje, imágenes, guías, videos, etc. Dicha combinación de formas de construir significados en el contexto de aula supone nuevamente un aumento en la dificultad que tiene un novato en acceder a la ciencia. (LEMKE, 2002b).

Así, resulta relevante que el docente reflexione sobre cómo ha de enseñar ciencia, con el fin de evaluar su *discurso* (actitud hacia la ciencia, recursos de aprendizaje, conocimiento científico, etc.) frente a los estudiantes; ya que principalmente aprender a hablar *el idioma de la ciencia* debe ser configurado por el profesor, porque este aprendizaje no es automático o natural, es específico y debe ser enseñado y aprendido (LEMKE, 2008).

Marco teórico: construcción del discurso pedagógico para la alfabetización científica

El discurso del aula, más que ser solo un discurso que se intercambia entre estudiantes y profesores, configura una práctica social (KRESS; VAN LEEUWEN, 2001) convirtiéndose, desde la mirada de la sociología, en un discurso pedagógico que implica una relación entre el individuo que se educa y la sociedad. Para Bernstein (1999) el discurso del aula se origina en un contexto científico de la disciplina y, tras pasar por un proceso de recontextualización en el que se selecciona para ser parte del currículo escolar, es reproducido y transformado significativamente en cada una de las aulas. De esta forma, el discurso pedagógico viene a ser el principal modo que tiene los docentes para interactuar con los estudiantes, permitiendo transmitir – desde una particular disciplina – competencias y habilidades especializadas. (BERNSTEIN, 1999).

Desde un punto de vista pedagógico y didáctico, el discurso de las ciencias en el aula es utilizado para ampliar los conocimientos previos y contextualizados de los estudiantes, hacia formas de pensar el mundo natural en su cultura (VEEL, 1997). Los conceptos cotidianos y sus formas de comunicarlos corresponden a un *discurso horizontal*, accesible a todos, que tiende a ser un discurso oral, local, dependiente y específico del contexto, tácito y de múltiples significados. La educación científica promueve que el estudiante avance hacia el conocimiento particular de una disciplina, representado a través de un *discurso vertical* o *académico* el cual corresponde a uno de tipo especializado, coherente, oficial, independiente del contexto, explícito y jerárquicamente organizado. (BERNSTEIN, 2000).

Así, el discurso pedagógico para la alfabetización científica sería la combinación que hace el docente de ambos tipos de discursos a través de su práctica pedagógica con el fin de que los estudiantes dominen *gradualmente* el discurso vertical de una determinada disciplina. Dicho discurso para la alfabetización cumple dos funciones: (1) ser un medio intersubjetivo para representar una realidad, la cual es diferente de la realidad cotidiana del alumno (BERNSTEIN, 1999) y; (2) configurar un modelo organizativo en la propia práctica pedagógica, permitiendo una construcción discursiva de un perfil científico en los estudiantes (MATON, 2013).

Para poder generar un discurso pedagógico que sirva de puente con el discurso cotidiano y el científico, hay que considerar que la ciencia posee una gramática específica para cada una de sus disciplinas. El discurso de la ciencia ha sido caracterizado como abstracto, dicha abstracción se construye con una alta cantidad de generalizaciones y uso frecuente de nominalizaciones (MOSS; CHAMORRO, 2008). Las nominalizaciones o metáforas gramaticales son un recurso usado para *mantener inmóvil la realidad y permitir la observación y experimentación* (HALLIDAY; MARTIN, 1993), como por ejemplo: en vez de decir el agua se evapora, la ciencia teoriza en torno a la evaporación del agua. Estas características gramaticales de la ciencia sumadas a los movimientos del discurso que van y vienen desde lo cotidiano a lo científico en los procesos de enseñanza y aprendizaje deben ser consideradas por los profesores. La falta de conciencia de dichos rasgos conlleva a su vez a una falta de mediación, lo que podría fragmentar el propio discurso pedagógico – perdiendo coherencia y cohesión – (MOSS; CHAMORRO, 2008) y generando que los estudiantes no comprendan los significados que se construyen en el aula o, simplemente, los rechacen debido a su complejidad.

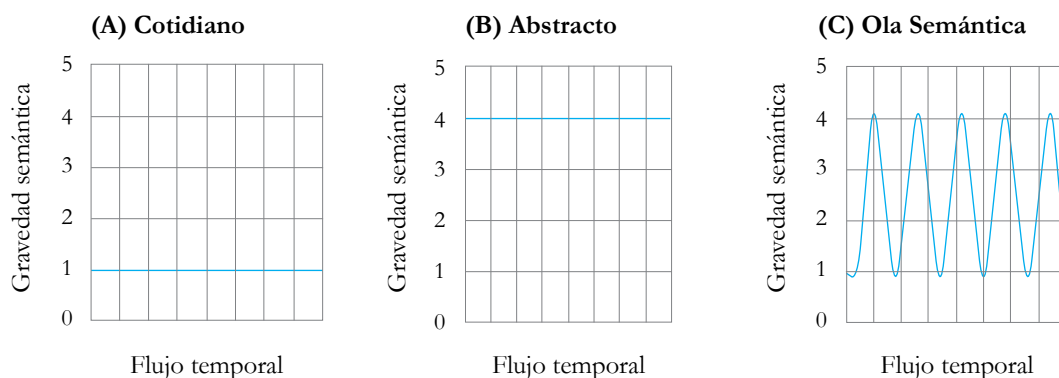
Bajo este supuesto, Maton (2011, 2013), con el fin de comprender el discurso pedagógico que utilizan los profesores, y por ende, mejorar las prácticas pedagógicas, propone el

concepto de *Perfil Semántico*. Dicho perfil permite representar los distintos niveles de abstracción y generalización posibles del conocimiento científico que se presentan dentro de un aula específica de ciencia y que, procurando una buena mediación por parte del profesor, optimizaría la práctica pedagógica. Así, un perfil semántico que sólo ofrezca un discurso vertical sin una mediación con discurso horizontal representará un gran obstáculo al acceso de los estudiantes a las competencias necesarias del discurso científico (LEMKE, 2002b; MOSS; CHAMORRO, 2008; MATON, 2013). Lo que busca esta propuesta es modelar una forma de transitar desde la comprensión contextualizada propia del discurso horizontal más simple y conocido hacia el significado más profundo e integrado del discurso vertical (MACNAUGHT et al., 2013). Este entretendido de significados que se mueven entre distintos grados de abstracción es lo que Maton (2011) denomina configuración del perfil, el que se basa en el movimiento de olas de significado u *olas semánticas*, concepto que ofrece una nueva mirada a la construcción del conocimiento dentro del aula. (MATON, 2013).

Más específicamente, esta conceptualización se representaría a través de un gráfico de los cambios semánticos descendentes y ascendentes desarrollados en la interacción profesor-estudiantes a lo largo del tiempo (ver Figura 1), que se describen en función de dos variables: la gravedad semántica y la densidad semántica. La primera variable referida a la relación de los significados con el contexto y la segunda al grado de condensación de los significados en las distintas prácticas discursivas (MATON, 2013). En este estudio, consideraremos solo la primera variable, gravedad semántica.

De este modo, los conceptos más relacionados con el contexto de los alumnos se encontrarían más cercanos a la base de la *ola*, siendo constructos menos abstractos y mucho más cercanos al discurso cotidiano o del sentido común de los estudiantes (HALLIDAY; MARTIN, 1993). Mientras que los conceptos que no necesitan ser significados a través de su relación con el contexto, estarían posicionados sobre la cresta de la *ola*, siendo parte del discurso de fuera del sentido común. A este grado de relación del significado con el contexto se llama *Gravedad Semántica* (GS). En términos de Maton (2011), la GS+ será cuando los significados son *dependientes* del contexto, mientras que GS-, independientes entre ellos.


Figura 1. Perfiles del discurso: (A) Discurso Cotidiano; (B) Discurso Abstracto; (C) Discurso Pedagógico



Fuente: Maton (2013).

En el Figura 1, el gráfico A muestra una gravedad semántica alta ya que los significados representados en el discurso estarían más apegados al contexto, son significados cotidianos que no se puede interpretar sin los aportes del contexto. El gráfico B representa un discurso con una gravedad semántica baja, es decir, un discurso abstracto muy desapegado del contexto. Mientras que el gráfico C muestra un discurso que avanza a través de olas semánticas, esto es un movimiento entre el discurso cotidiano y el científico más abstracto. De este modo, la gravedad semántica vendría a trazar un continuo, mediante su cambio en el tiempo al describir los procesos de debilitamiento y el fortalecimiento de la gravedad semántica (MATRUGLIO; MATON; MARTIN, 2013). Estos procesos se vinculan con los niveles de gravedad semántica y sus formas discursivas en el aula (Cuadro 1). El nivel más apegado al contexto o nivel 1 corresponde a una descripción, el nivel 2 a una revisión que exige incorporar información nueva basada en la experiencia personal, el nivel 3 a una generalización esboza una conclusión generalizada, mientras que el nivel 4 sin relación con el contexto corresponde a la abstracción donde se enuncian principios generales. (MATON, 2014).

Cuadro 1. Base de orientación para la resolución de problemas de ciencias

Gravedad semántica	Nivel	Forma	Descripción	Ejemplo
	4	Abstracción	Presenta un principio general aplicable	Ley, principio
	3	Generalización	Presenta una observación general o esboza una conclusión generalizadora sobre cuestiones y acontecimientos	Patrón, modelo, pauta
	2	Revisión	Va más allá del contexto y ofrece un juicio de valor o reclamación sobre la base de nueva información o experiencia personal	Crítica
	1	Descripción, Resumen	Resume la información directamente desde el contexto	Caso, particularidad

Fuente: Maton (2014).

Metodología

La presente investigación, enmarcada en el proyecto FONDECYT 1130684 “Alfabetización semiótica y mediación en la trayectoria escolar: descripción multimodal de las producciones de los estudiantes y del discurso de los profesores en clases de historia y de biología en una escuela municipalizada”, tiene como objetivo *caracterizar a través de un perfil semántico los diferentes cambios del discurso pedagógico en el aula de Ciencias Naturales*. El diseño de investigación

corresponde a un estudio de caso único de las clases de Ciencias Naturales de un 6to de primaria de una escuela técnico-profesional impartidas por una profesora de educación básica con más de 20 años de experiencia en el aula, enseñando la unidad didáctica: *Flujos de Energía*. El material está constituido por un *corpus* de audiovisual de dos clases. Con el fin de obtener el perfil semántico se lleva a cabo un análisis del discurso desde una perspectiva multimodal, es decir, considerando tanto lo que se representa lingüísticamente como mediante otros recursos semióticos (dibujos, esquemas, fotos, etc.). Para segmentar las clases se usa la noción de Actividades Típicas de Aula (ATA) (SÁNCHEZ et al., 2008), para luego identificar en cada actividad los momentos de interacción los cambios en el nivel de abstracción que se reflejan en el discurso. Estos movimientos semánticos son evaluados mediante los conceptos de Gravedad semántica: Contexto-dependiente y no dependiente formulados por Maton (2011). Para esto se utiliza la clasificación de Maton (DONG; MATON; CARVALHO, 2015) expuesta en la Figura 1. La información recopilada se organiza en un gráfico definido como el cambio de la gravedad semántica a lo largo del tiempo, en donde el tiempo (eje X) se evalúa en relación a los cambios de gravedad ocurridos en la clase, mientras que la gravedad semántica (eje Y) se organiza de acuerdo a los niveles de tabulados en el Cuadro 1.

Resultados: olas semánticas

Para la descripción de la formación de la ola semántica de cada una las dos clases observadas, primero se dará cuenta del panorama de construcción de significados en las actividades que constituyen de cada una.

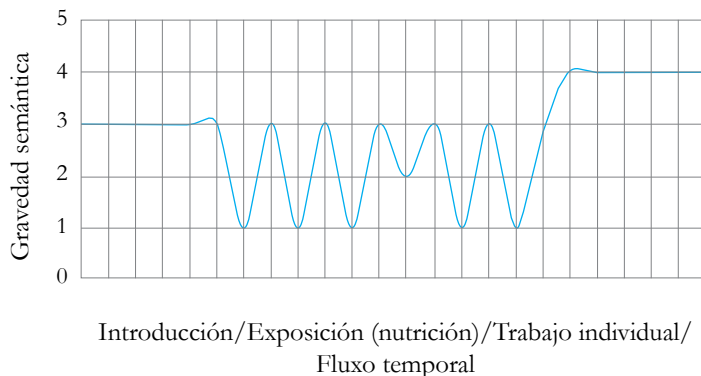
Clase 1

En esta primera clase, el tópico de discusión en términos biológicos se refiere a los *tipos de nutrición de los seres vivos*. Esta clase se desarrolla a través de una actividad de introducción que busca activar conocimientos previos, seguida de una exposición sobre tipos de nutrición, para finalizar con el trabajo individual en función a una guía de aprendizaje.

Según el análisis realizado en el transcurso de la clase se pudieron encontrar los cuatro niveles de gravedad semántica (Ilustración 1). En la primera parte del gráfico se puede observar que la ola semántica fluctúa entre el nivel 3 y el nivel 1 de gravedad semántica. Es decir, transita rápidamente entre la generalización en donde presenta características del concepto (tipos de nutrición) y la ejemplificación a través de casos particulares:

La transcripción 1 es parte de la introducción y muestra como abre el tema diciendo “*Todo ser vivo necesita nutrirse*”, usando dos términos científicos abstractos: ser vivo y nutrirse. Ella va aumentando en Gravedad Semántica con cuatro estrategias: (1) generaliza a través de la idea de que “todos” necesitamos nutrirnos para llevar a cabo las acciones de la vida diaria; (2) ejemplifica desde el contexto más cercano a los alumnos respecto de la utilización de energía (ejemplo: crecer, caminar, conversar, reír); (3) usa diminutivos para clasificar a los seres vivos: animalitos y plantitas; y (4) en vez de explicar causalmente, pregunta por la finalidad de la nutrición, respondiendo coloquialmente : para que las plantas se vean bonitas.

Ilustración 1. Ola Semántica - primera clase



Fuente: elaborado por los autores.

Transcripción 1

P: *Todo ser vivo necesita nutrirse, ¿ya? ¿Para qué? Para realizar sus funciones básicas. Todas las funciones básicas, como respirar, caminar, conversar, el réirnos. Y los animalitos, el correr, ladrar, morder, ¿sí o no? Todo, ¿ya? Por lo tanto, todos necesitan esa energía, ¿ya? Y las plantitas, ¿para qué necesitarán energía si ellas no se mueven?*

A: *Para crecer.*

P: *Muy bien. Para crecer, desarrollarse, para verse bonitas.*

Este movimiento de ola semántica se extiende a lo largo de la clase, en la medida que en la exposición van surgiendo nuevos conceptos que giran en torno a la idea de nutrición. A continuación (transcripción 2) se muestra uno de los descensos de la gráfica que surge de la mediación que realiza la profesora con los alumnos al incorporar el concepto de “carnívoro”. Las estrategias ya mencionadas se reiteran, pero esta vez el diálogo tiene mayor importancia. La profesora entrega léxico científico abstracto (*depredan, presa, suministrar, procesos vitales*) y cierra cada idea aumentando la gravedad semántica y acercándose al contexto ofreciendo una pregunta a los estudiantes. Las respuestas sirven para concretar el contenido desde la voz de los niños, las cuales son reafirmadas en cada turno por la profesora.

Transcripción 2

P: *Les voy a decir, todos los carnívoros, generalmente los carnívoros depredan o matan a otros [...] Depredan o cazan a otros solo para alimentarse, no matan por gusto ni por placer, ni porque me calló mal ese león que va ahí al lado lo voy a matar. ¿No?*

A: *Asesinan por hambre*

P: *Exactamente, para sobrevivir. Esa es para ellos su sustento, ellos ven a la presa como alimento para poder seguir viviendo. Para que los sistemas puedan seguir funcionando. Y ellos al alimentarse ¿Qué está suministrándose? ¿Qué se están suministrando, qué están ingiriendo?*

A: *Energía.*

P: *Energía muy bien. ¿Energía para qué?*

A: *Para sobrevivir, para vivir.*

P: *Sí, para realizar también sus procesos vitales, porque el león respira ¿o no?*

A: *Sí.*

P: *El león tiene que respirar. Y ¿qué tiene que hacer el león también?*

A: *Comer.*

En la segunda parte del gráfico 1 se puede apreciar el único momento en que la profesora baja al nivel 2 de la ola semántica (revisión). Va más allá del contexto y mediante una pregunta que alude a una explicación condicional (si...) lleva a los alumnos a crear su propia hipótesis. En este ejemplo, la profesora asume que los estudiantes valoran el papel de los descomponedores, haciéndolos tomar consciencia de su importancia. Esto puede apreciarse en el subrayado de la transcripción 3.

Transcripción 3

P: *¿Y los descomponedores de qué se alimentan?*

A: *¡De plantas! ¡Animales!*

P: *Muy bien, de animales en proceso de descomposición ¿Son importantes los descomponedores, o no?*

A: *¡Sí!*

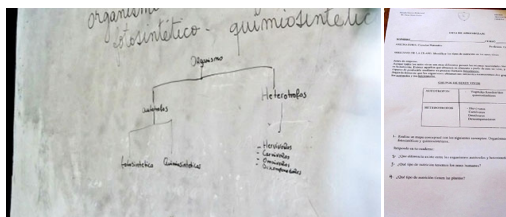
P: *¿Verdad que son importantes? Porque imagínense, chiquillos, ¿qué pasaría si no existieran los descomponedores en la Tierra? (contextualizando)*

A: *Habrían muertos*

P: *Estaría lleno de muertos, ¿verdad? De materia en descomposición [revisión].*

Seguido de esto, el gráfico continúa oscilando de la misma manera que se aprecia en la primera parte. No obstante, en el cierre de la exposición y luego en el trabajo individual, se desarrolla el nivel 4 de la Gravedad Semántica, es decir, el nivel más alto de abstracción. En este proceso la profesora realiza una síntesis en el pizarrón de lo estudiado durante la clase clasificando los significados en un esquema representativo de matiz contexto-independiente. En otras palabras, sube en la escala semántica para formar una definición abstracta en un esquema (Ilustración 2). Así, este esquema muestra una mayor gama de relaciones (tipos de nutrición) logrando que los alumnos, mediados por la profesora, suban al nivel más alto de la ola y de mayor abstracción. Esta síntesis representaría la forma en que la ciencia quiere que el alumno entienda la idea de Nutrición: un modelo organizado que permite clasificar a los seres vivos en torno a su sistema de alimentación. El trabajo individual en la guía el nivel alcanzado en el esquema.

Ilustración 2. Esquema y Guía de cierre – Primera clase



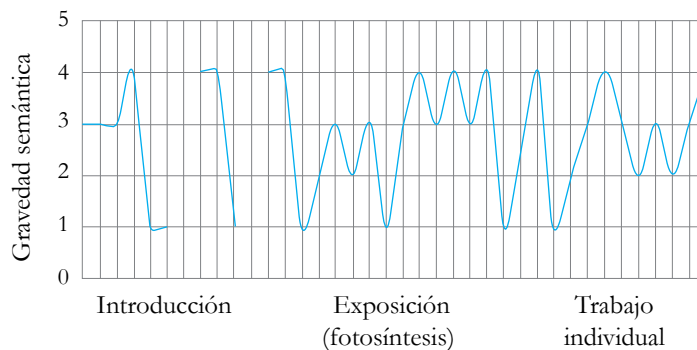
Para Maton (2013) un esquema corresponde a la gravedad semántica más débil debido a que representa la forma en que la ciencia entiende la organización de los seres vivos, completamente independiente del contexto.

Fuente: Registro visual de la clase descrita.

Clase 2

En esta sesión, el tema de la clase corresponde el proceso de fotosíntesis y se desarrolla de manera similar a la anterior. Las actividades realizadas durante la clase corresponden primero a retomar los conceptos de la clase anterior, luego una exposición que usa el texto o manual escolar para comentar imágenes y luego el trabajo individual en una guía de aprendizaje. En la Ilustración 3 es posible observar el inicio de la exposición con un ascenso desde el tercer nivel al cuarto (de generalización a abstracción), en donde explica el proceso de la fotosíntesis mediante un discurso científico (Transcripción 4). En este segmento la definición de fotosíntesis realizada por la profesora carece de mediación lo que se representa como una ola semántica fragmentada, es decir, cambia de nivel muy bruscamente.

Ilustración 3. Ola Semántica - segunda clase



Fuente: elaborado por los autores.

Transcripción 4

P: Ya, entonces, como el proceso de la fotosíntesis es un proceso tan importante para todos nosotros los seres vivos [generalización], ¿verdad? Lo vamos a aprender de muy buena manera para que no se les olvide nunca. Dice el objetivo de la clase, ¿cómo se produce el proceso de la fotosíntesis? La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas y algas generan sus propios nutrientes, ¿ya? Para llevar a cabo este proceso, los organismos fotosintéticos captarán energía lumínica proveniente del Sol para producir ¿qué produce? Oxígeno y glucosa. [abstracción]

Luego de este quiebre, la profesora comienza su mediación bajando el nivel de abstracción del concepto de fotosíntesis mediante la elaboración de un dibujo en el pizarrón y el uso de las imágenes del texto escolar. Estas representaciones pictóricas representarían un caso particular de un organismo fotosintético (Ilustración 4), más cercano al contexto de los estudiantes.

Ilustración 4. Concretización pictórica de un organismo fotosintético



Fuente: Registro visual de la clase descrita.

A medida que la profesora continúa su exposición oral va construyendo este dibujo e incorporando conceptos científicos (cloroplasto, reacción química, dióxido de carbono). Tal como lo muestra la Transcripción 5, el discurso se lleva a cabo entre el nivel 2 e descripción y el nivel 4 de abstracción, manteniendo una alta descontextualización durante la explicación del proceso de fotosíntesis. El uso de las estrategias de los diminutivos (plantita, agüita) y el dibujo, no son suficientes para crear una transición entre los niveles semánticos. Estos cambios bruscos en la Gravedad Semántica entre el paso de un concepto concreto – el dibujo mismo – hacia uno abstracto en el discurso oral de la profesora y el etiquetaje en el dibujo (P: “*el cloroplasto posee clorofila*”) se representa como rupturas en la ola semántica (ver Ilustración 3).

Transcripción 5

P: *Está la plantita, abí vamos a hacer el solcito, ¿ya? Este sol, la planta toma la luz solar, puede que esté nublado, pero igualmente va a llegar la claridad.* [descripción]
¿Por dónde toma la luminosidad?

A: *Por la hoja.*

P: *Por la hojita. Estas hojitas reciben la luz del sol [descripción] y tienen ellos unos poritos muy pequeñitos... si nosotros nos miramos la mano nuestra, vamos a ver que tenemos muy chiquitito como unos poritos, ¿verdad? La plantita tiene igual aquí cloroplastos. [descripción] Se llaman cloroplastos que le dan también el color a la planta, que es la clorofila, es una estructura que tiene la hojita [abstracción (primera ruptura)], ¿ya? Aquí está la luz [descripción], la planta, ¿ya? Por esta estructura va y la toma. Además de tomar luz, la plantita toma, también otro material que se llama Dióxido de Carbono. [abstracción] Que lo toma de dónde.*

A: *Del aire.*

P: *Del ambiente. Del ambiente toma el dióxido de carbono. Vamos a poner acá, en el ambiente. El ambiente hay dióxido de carbono y también llega acá a la plantita. Dióxido de carbono. Ya, entonces, qué falta. Además de eso, por la raíces la plantita también toma...* [descripción]

A: *Agua.*

P: *Aguita. Acá entonces toma el agua la plantita. Con estos tres elementos [muestra dibujo en la pizarra], ya, con estos tres elementos la plantita realiza una reacción química [abstracción - segunda ruptura]. Vamos a conocer qué es una reacción química. Por qué una reacción química, porque ellos se unen y fusionan. Y al realizar esta reacción química la planta fabrica su propio alimento que es la glucosa y almidón que le sirve a ella para alimentarse para crecer.* [abstracción]

La estrategia de solicitar una hipótesis para una explicación condicional se reitera igual que en la clase anterior (Transcripción 6). La profesora realiza una serie de preguntas con las que se espera que los alumnos deduzcan nueva información a partir del contenido (nivel 2: revisión):

Transcripción 6

P: *¿Qué pasaría si esta plantita, si los vegetales no existieran en la Tierra? [...]*

A: *¡No existiríamos!*

Seguido de esto se puede observar cómo la profesora aprovecha la contribución de un alumno que da un ejemplo concreto al señalar una planta del salón de clase, para bajar en el nivel de abstracción (descripción), aumentando la Gravedad Semántica. Este movimiento termina cuando la profesora vuelve a disminuir la gravedad (generalización), completando la mediación (Transcripción 7).

Transcripción 7

A: *¡Tía! ¿Cómo está ahí?* [indica una planta de la sala][descripción]

P: *Uy, sí, ¿viste? Esa plantita le falta a lo mejor aguita. O luz...*

A: *No, si le echamos agua.*

A: *A veces se están abogando.*

P: *Entonces, le falta tal vez un poquito de luminosidad. Pero, no, eso pasa, cuando, por ejemplo, a las plantitas las dejamos de regar, se empiezan a secar, ¿y? Mueren. Al final muere, porque ellas lo necesitan para poder vivir y poder fabricar su alimento, necesitan de la luz solar. [generalización]*

Tal como muestra el Ilustración 3, en las oscilaciones siguientes se observa un movimiento entre los niveles 4 y 3 de la Gravedad Semántica, para la definición de hoja, tallo y raíz, a partir de la lectura del etiquetado de un dibujo del texto o manual escolar. La Transcripción 8 corresponde a una lectura científica del texto de estudio (nivel 4: abstracción) de un estudiante – definición de hoja – y una posterior explicación por parte de la docente (nivel 3: generalización).

Transcripción 8

A: [el alumno lee] *Hojas: Son generalmente verdes y en ellas se produce la fotosíntesis. Se produce el intercambio de gases con el medio ambiente. [abstracción]*

P: *Bien, o sea, aquí en las hojas, [...] las plantitas toman el dióxido de carbono y la luminosidad y elimina, ¿por dónde elimina el oxígeno?*

A: *Por la hoja.*

P: *Por la hojita elimina el oxígeno al ambiente. Y se produce, entonces, el intercambio de gases. [generalización]*

En otra lectura del texto o manual escolar, la profesora en conjunto con los alumnos nombra distintos ejemplos que facilitan el aumento de la Gravedad Semántica y, por lo tanto, la concretización del concepto. (Nivel 1: descripción) Por ejemplo, luego de hacer una lectura sobre las raíces se comenta lo siguiente:

Transcripción 9

P: [...] *¿Se han fijado ustedes que hay árboles que tienen raíces tan fuertes que incluso han roto pavimento?*

A: *Sí, han levantado casas.*

De la misma manera, la exposición oral permite realizar una valoración positiva respecto a la importancia de las plantas, alcanzando el nivel 2 de gravedad semántica:

Transcripción 10

P: *Imagínense, chiquillos, ¡qué importantes son las plantas para todos nosotros! [revisión] Y muchas veces nosotros no las cuidamos. ¿Qué hacemos?*

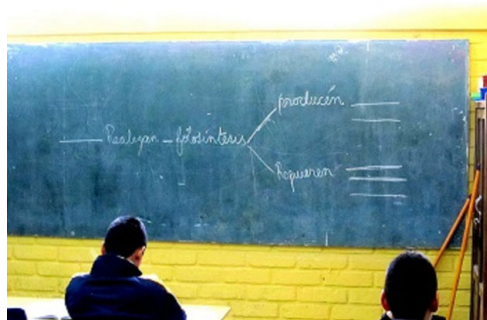
A: *Las rompemos.*

P: *Las rompemos, las pisamos. ¿Ven? Hay que tener cuidado, porque ellas son, aparte de ser seres vivos, nos ayudan. Son un complemento nuestro. Sin ellas no podríamos vivir. [revisión]*

En la última actividad de la clase: el trabajo individual con la guía de aprendizaje, la profesora vuelve a usar la misma estrategia de construcción de esquemas. Tanto en la guía como

en el pizarrón se construye un esquema síntesis consiguiendo organizar el discurso científico y, por lo tanto, alcanzando el mayor nivel de abstracción (Ilustración 5). A diferencia del uso del esquema de la clase anterior, en esta ocasión son los estudiantes quienes completan el esquema dando cuenta de su apropiación de los conceptos relacionados con la fotosíntesis.

Ilustración 5. Esquema organizacional del concepto de fotosíntesis



Fuente: Registro visual de la clase descrita.

Conclusiones

Este estudio ha utilizado la propuesta de Maton (2013) para la descripción de los movimientos en los niveles de abstracción construidos en una clase de ciencia. La mediación para la alfabetización científica requiere de acercar a los estudiantes la forma abstracta y descontextualizada de ver y comunicar el mundo desde la tradición científica. Si bien, los profesores no han sido formados considerando la importancia de su discurso para el aprendizaje, ni con conciencia de las olas semánticas que desarrollan en sus clases, podríamos decir que la profesora observada logra mediar los conocimientos abstractos de la ciencia en pos de la alfabetización científica de sus aprendices.

La clase descrita muestra que la profesora representa una definición integral de los conceptos desarrollados en clases, localizándolos en un plano local y contextualizado, así como vinculándolo con conocimientos conocidos por los alumnos. Pese a que en este estudio de caso se observaron escasas ejemplificaciones, mediaciones típicas que permiten al profesor oscilar en la gravedad semántica (MATÓN, 2013), fue posible identificar otras estrategias que aumentaron la Gravedad Semántica: como la formulación de hipótesis frente a preguntas condicionales o la búsqueda de finalidades para explicar relaciones causales. Estas estrategias son posibles de visualizar a través del Perfil Semántico que muestra los movimientos de Gravedad Semántica, entre distintos grados de contextualización, lo que favorecería el aprendizaje de los conocimientos científicos, así como de su discurso.

A pesar de esto, parece que la mediación del paso de un discurso horizontal a uno vertical – o viceversa – ofrece gran dificultad a esta profesora que tiene más de 20 años de ejercicio docente, esto se pudo observar puntualmente en algunas porciones fragmentados en

el perfil de la segunda clase, donde no había transición entre los niveles sino más bien saltos bruscos hacia la abstracción. Podríamos plantear que mientras más abstracto sea el concepto que se quiera enseñar, más difícil será la mediación y, por lo tanto, la construcción de una ola semántica que se mueva fluidamente entre los distintos niveles de descontextualización a través del discurso de la clase.

Este artículo muestra que las Olas Semánticas pueden ser una herramienta útil para visualizar la dificultad que ofrece la alfabetización científica y su discurso en el aula, y tomar conciencia del rol de los profesores para el paso fluido entre los distintos grados de abstracción. El discurso está presente de manera central tanto en los modelos pedagógicos de la enseñanza de la ciencia más teóricos como en aquellos centrados en el hacer y reflexionar, como la indagación científica. Tal como lo indica el estudio de González-Weil (2012) sobre prácticas pedagógicas de profesores de biología chilenos, resulta central además focalizar en los aprendices. Los profesores de biología declaran comprender la diversidad de los alumnos del aula y que su enseñanza debiera considerar sus características y necesidades, así como sus maneras de aprender. Su estudio nos muestra profesores que reflexionan en función de su práctica y orientan el desarrollo de competencias científicas en sus alumnos. A esto podemos agregar, que se hace urgente la toma de conciencia del papel de la construcción de significados a través de diferentes recursos comunicativos - de acción, lingüísticos y visuales- en la interacción profesor estudiantes, para responder a las características de aprendizaje de los estudiantes. Esto resultaría esencial especialmente en los primeros años de escolaridad, periodo en el cual los estudiantes deberían encantarse con la ciencia con la menor cantidad de barreras a su aprendizaje.

Resultados del presente estudio de caso no son generalizables, pero pueden iluminar la formación inicial y continua de profesores sobre como favorecer prácticas pedagógicas de profesores de Educación Básica o Primaria en los cuales profesores sean capacitados para participar junto con sus aprendices en una construcción conjunta de los significados para hacer, pensar y comunicar científicamente.

Referencias

- BERNSTEIN, B. **Pedagogy, symbolic control and identity: theory, research, critique**. London: Taylor & Francis, 2000.
- _____. Vertical and horizontal discourse: an essay. **British Journal of Sociology of Education**, Abingdon, v. 20, n. 2, p. 157-173, 1999.
- DONG, A.; MATON, K.; CARVALHO, L. The structuring of design knowledge. In: RODGERS, P.; YEE, J. (Ed.). **The Routledge companion to design research**. London: Routledge, 2015. p. 38-49.
- GONZÁLEZ-WEIL, C. et al. La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM (Región de Valparaíso). **Estudios Pedagógicos**, Valdivia, v. 37, n. 2, p. 85-102, 2012. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052012000200006>>. Acceso en: 3 feb. 2016.
- HALLIDAY, M. **El lenguaje como semiótica social**. México: Fondo de Cultura Económica, 1982.
- HALLIDAY, M.; MARTIN, J. **Writing science: literacy and discursive power**. Pittsburgh: University of Pittsburgh, 1993.
- KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Multimodal discourse: the modes and media of contemporary communication**. London: Arnold, 2001.
- LEMKE, J. **Aprender a hablar ciencia**. Barcelona: Paidós, 1997.
- _____. Becoming the village: education across lives. In: WELLS, G.; CLAXTON, G. (Org.). **Learning for life in the 21st century: sociocultural perspectives on the future of education**. London: Blackwell, 2002a. p. 34-45.
- _____. Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. In: BENLLOCH, M. (Org.). **La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica**. Barcelona: Paidós. 2002b. p. 159-186.
- _____. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 24, n. 1, p. 5-125, 2008.
- MACNAUGHT, L. et al. Jointly constructing semantic waves: implications for teacher training. **Linguistics and Education**, Kidlington, v. 24, n. 1, p. 50-63, 2013.
- MARTIN, J. Genre and literacy: modelling context in educational linguistics. **Annual Review of Applied Linguistics**, Cambridge, v. 13, n. 1, p. 141-172, 1993.
- MARTIN, J.; VEEL, R. **Reading science: critical and functional perspectives on discourses of science**. London: Routledge, 1998.
- MATON, K. Building powerful knowledge: the significance of semantic waves. In: BARRETT, B.; RATA, E. **Knowledge and the future of the curriculum**. London: Palgrave Macmillan, 2014. p. 181-197.

MATON, K. Making semantic waves: a key to cumulative knowledge-building. **Linguistics and Education**, Kidlington, v. 24, n. 1, p. 8-22, 2013.

_____. Theories and things: the semantics of disciplinarity. In: CHRISTIE, F.; MATON, K. (Org.). **Disciplinarity: systemic functional and sociological perspectives**. London: Continuum, 2011. p. 62-84.

MATRUGLIO, E.; MATON, K.; MARTIN, J. R. Time travel: the role of temporality in enabling semantic waves in secondary school teaching. **Linguistics and Education**, Kidlington, v. 24, n. 1, p. 38-49, 2013.

MOSS, G.; CHAMORRO, D. La enseñanza de la ciencia sin asidero en el tiempo ni en el espacio: análisis del discurso de dos textos escolares. **Lenguaje**, Cali, v. 36, n. 1, p. 87-115. 2008.

THE NEW LONDON GROUP. A pedagogy of multiliteracies: designing social futures. In: COPE, B.; KALANTZIS, M. (Ed.). **Multiliteracies: literacy learning and the design of social futures**. London: Routledge, 2000. p. 9-37.

SÁNCHEZ, E. et al. Elementos para analizar la interacción entre estudiantes y profesores: ¿qué ocurre cuando se consideran diferentes dimensiones y diferentes unidades de análisis? **Revista de Educación**, Madrid, v. 346, p. 105-136, 2008. Disponible en: <http://www.revistaeducacion.educacion.es/re346/re346_04.pdf>. Acceso en: 8 enero 2016.

VEEL, R. Learning how to mean- scientifically speaking: apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. In: CHRISTIE, F.; MARTIN, J. (Org.). **Genre and institutions: social processes in the workplace and school**. London: Painter, 1997. p. 160-194.

Artigo recebido em 25/08/2014. Aceito em 17/10/2015.

Dirección para contacto: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida El Bosque 1290, Viña del Mar, Chile. +569 78185821.