



Definiciones y explicaciones multimodales: Potencial semiótico en la enseñanza de la biología en Educación Media¹

Multimodal definitions and explanations: Semiotic potential in teaching biology in secondary school *

Dominique Manghi H.^{1,2} Juan Pablo Cordova J.¹

1 Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Proyecto Fondecyt 11100169

2 dmanghi@gmail.com

Artículo recibido: 12-Agosto-2011 **Aceptado:** 11- Octubre-2011 **Publicado:** 22-Noviembre-2011

RESUMEN

El discurso de la ciencia presenta un alto grado de complejidad para los aprendices, debido a su abstracción y a la combinación de diferentes recursos semióticos para la representación del conocimiento científico (Lemke, 1998; Halliday & Martin, 1993). Los profesores juegan un rol central en lograr acercar a sus estudiantes a las formas valoradas de razonar, representar y comunicar propios de la ciencia. Esta investigación se lleva a cabo desde la semiótica social y la lingüística sistémica funcional, en ella se presenta un análisis multimodal del discurso de las distintas opciones semióticas utilizadas por los profesores de Biología para la enseñanza. El corpus está constituido por grabaciones audiovisuales de las clases de 3 profesores de biología, enseñando la misma unidad curricular en 1° año de Educación Media. Entre los hallazgos se releva el potencial semiótico de la combinación de los medios interacción cara a cara y pizarrón, para el despliegue de dibujos esquemáticos en conjunto con la lengua escrita y oral con los que los profesores construyen tanto definiciones como explicaciones de carácter multimodal.

Palabras clave: *Semiótica Social, Discurso científico, Multimodalidad, alfabetización científica*

ABSTRACT

The discourse of science presents a high degree of complexity for learners, because of its abstraction and combination of different semiotic resources for representation of scientific knowledge (Lemke, 1998; Halliday & Martin, 1993). Teachers play a central role in approaching their students to learn the valued forms of reasoning, representing and communicating in science. This research was carried out from a social semiotic and systemic functional linguistics, through a multimodal discourse analysis of the semiotic options used in teaching biology. The corpus consists of video recordings of the classes of three teachers of biology, teaching the same curriculum unit in 1st year of secondary school. Among the findings highlight the semiotic potential of the combination of face to face interaction and whiteboard media, for the co-deployment of schematic drawings along with the spoken and written language with which teachers construct both definitions and explanations of multimodal character.

Keywords: *Social Semiotics, Scientific Discourse, Multimodality, Scientific Literacy*

* Resultados parciales del proyecto Fondecyt 11100169 "La alfabetización científica a la luz de la multimodalidad: estrategias de docentes especialistas en la regulación del conocimiento y discurso multimodal de los escolares"

Introducción

Los trabajos pioneros de Lemke (1997) sobre el análisis del discurso del profesor en clase de ciencia, dejaron en evidencia que la perspectiva de la semiótica social tiene mucho que aportar para comprender el discurso de la ciencia como un proceso social y cultural. Sus descripciones sobre la manera en que profesores y estudiantes comenzaban a manejar un código común que les permitía construir en conjunto los conocimientos científicos acumulados por generaciones, puso en un lugar central la alfabetización avanzada de los estudiantes entendiéndola como un proceso social de enculturación hacia los valores y prácticas de una comunidad especialista (Latour, 1987; Halliday & Martin, 1993; Candela, 1999; Lemke, 2002).

Junto con este planteamiento, este mismo autor amplía la definición de alfabetización científica hacia la apropiación de prácticas semióticas o comunicativas que van más allá de las letras de alfabeto, ya que los significados se construyen a partir de la interacción de un repertorio de recursos semióticos, entre los cuales destacan la lengua, el simbolismo matemático y una variedad de presentaciones visuales y gráficas (Lemke 2002, O'Halloran, 2004).

Esta ampliación de la noción de comunicación es denominada enfoque multimodal (Kress & van Leeuwen, 2001; Kress, 2010) y desde ella cada recurso o modo semiótico en un texto construye un significado parcial, por lo que las imágenes, fotos, fórmulas, o lo escrito en el pizarrón – antes considerados un residuo del análisis-, desde la perspectiva multimodal pueden poseer el mismo estatus que el recurso lingüístico o en ocasiones más. Desde esta perspectiva cada uno de los sistemas semióticos utilizados para representar y comunicar poseen una carga o potencial comunicativo diferente (Kress y Van Leeuwen 2001; Kress 2005). Cada sistema semiótico se ha ido especializando en el tiempo para responder a las necesidades comunicativas de cada comunidad o grupo social (Lemke 1998).

Esta investigación adopta el enfoque multimodal para abordar lo que ocurre en el aula considerando el discurso del profesor como un tejido semiótico que este construye a partir de diversos recursos disponibles en el aula, los que entrelaza con fines de enseñanza. El objetivo es describir los potenciales para crear significado de los medios y modos semióticos utilizados por los profesores en el aula para la enseñanza del conocimiento de la Biología.

El corpus está conformado por los registros audiovisuales de clases de biología de tres estudios de caso de primer año de Educación Media. Si bien esta investigación es parte de un proyecto mayor que se enfoca en describir la alfabetización científica desde la perspectiva multimodal, en este estudio el foco está puesto en las definiciones y explicaciones – géneros informe y

explicación según Martín & Rose (2008)- desplegados por los tres profesores para enseñar la misma unidad didáctica.

En primer lugar, presentaremos las teorías que fundamentan este estudio: la multimodalidad desde la semiótica social, el discurso de la ciencia y la noción de género. Luego se sintetiza la metodología para el análisis multimodal y los conceptos teórico metodológico con los que se explora el corpus, para continuar con los hallazgos de estos tres estudios de caso.

MULTIMODALIDAD EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

La construcción de significados en el aula se produce a través de las palabras que se intercambian, los diagramas que se dibujan, las fórmulas que se escriben, los experimentos que se realizan. La semiosis o creación de significado es el resultado de un proceso dinámico donde todas las acciones son socialmente compartidas, proceso que se construye de manera conjunta entre el profesorado y el alumnado en un contexto determinado. Desde este punto de vista tiene sentido referirse a la semiótica social.

Desde la semiótica social, los significados así como los recursos utilizados en los discursos responden a las necesidades de representación y comunicación de las comunidades que los utilizan (Halliday, 1982), y están asociados a sus prácticas sociales (van Leeuwen, 2005). Los recursos para significar usados regularmente por los grupos sociales en sus prácticas van estabilizando sus potenciales para la semiosis, convencionalizándose entre los usuarios de la comunidad (Bezemer & Kress, 2010).

Los significados que se construyen en el discurso de la comunidad de la biología, al igual que los otros discursos científicos, no corresponden a representaciones de conceptos dispuestos en la realidad, sino más bien a la interpretación de la experiencia humana de dicho grupo social. De esta manera, el discurso de ciencia y la elección de ciertos recursos para construir determinados significados, posibilita la existencia de las teorías (Halliday & Martin, 1993) y, en sus contextos de origen, tiene por función social elaborar teorías, desafiar prácticas científicas, creando conocimiento nuevo (Veel, 1997).

Las ciencias y disciplinas han plasmado en el tiempo su cúmulo de conocimientos que representan y comunican a través de diversos artefactos semióticos, entre ellos, mapas, fotos, esquemas y/o fórmulas, textos con código escrito e imagen (Kress y van Leeuwen, 2001). En el caso del discurso la ciencia, este se encuentra entre aquellos que se consideran como construcciones multisemióticas o multimodales (Lemke, 1998).

Cuando cambiamos el foco desde el discurso de la biología al de su enseñanza, se necesita incorporar ciertas distinciones. El discurso de la enseñanza, o discurso pedagógico según la propuesta del sociólogo Bernstein (2000) reinterpreta el discurso de especialidad en sus contextos primarios transformándolo con fines pedagógicos en un contenido curricular y reproduciéndolo en los colegios a través del discurso pedagógico de los profesores. Ampliado esta definición desde la mirada de Latour (2008) más que una mera re-producción, los actores tienen agencia en cada instancia discursiva y de esta manera vuelvan a tejer las redes con las que mantienen vivas sus comunidades, en este caso, la comunidad de quienes enseñan la biología.

La re-producción del discurso científico llevada a cabo en los contextos educativos es la que se revive en el acto de enseñar para que los alumnos aprendan. Tal como dicen Lomas (2001) lo que hace posible el aprendizaje es la relación entre los conceptos del sentido común y los conceptos teóricos, entre el lenguaje ordinario y el lenguaje teórico; y la habilidad para desplazarse a lo largo de este continuum es lo que caracteriza la madurez intelectual y permite una alfabetización cada vez más avanzada (Scheppregell, 2002). En este desplazamiento el rol de los discursos que se intercambian, como mediadores semióticos (Vigotsky, 1995) es central en la aproximación progresiva de los estudiantes hacia las formas de pensar, ver y comunicar el mundo según las convenciones de los grupos científicos.

Para construir los conceptos de las ciencias, los alumnos han de apropiarse no solo del conocimiento sino que de manera simultánea de las «maneras de decir» propias del discurso científico (Lemke, 1997; Izquierdo, Sardà & Sanmartí, 2000; Lomas, 2001) y, más ampliamente, de las formas de representar y comunicar a través de los diversos recursos semióticos prototípicos de dicha comunidad (Unsworth, 2001). A partir de este supuesto, destacaremos aquí tres aspectos: los rasgos del discurso científico, la especialización de los recursos semióticos y los patrones de significado como configuraciones de estas formas de decir.

Respecto de la primera idea, los rasgos del discurso científico, los estudios en relación a la función de la lengua nos indican ciertas características prototípicas del discurso de la ciencia. Entre las particularidades del discurso de la ciencia destaca la construcción de la experiencia- denominada metafunción ideacional desde la Lingüística Sistémica Funcional-, la cual se textualiza a través de jerarquías taxonómicas de léxico técnico específico y el uso de ciertos recursos gramaticales, como grupos nominales muy complejos y cláusulas constituidas como relaciones de identificación o causa, y de manera importante a través de nominalizaciones (Halliday & Martin, 1993).

Aprender a comunicar como se hace en la biología implica construir mediante los diferentes recursos semióticos un discurso donde el universo se representa inmutable, lejos del aquí y ahora, y alejado también de la acción humana (Halliday & Martin, 1993; Marquez, Izquierdo, Espinet, 2003; Moyano, 2010; Moss & Chamorro, 2011). Los significados interpersonales- metafunción interpersonal desde la Lingüística Sistémica Funcional- presentan los conocimientos de manera impersonal, sin agentes ni responsables de las teorías, construyendo así una representación objetiva de la ciencia.

El lenguaje de la ciencia ha propiciado la evolución de ciertas preferencias gramaticales, especialmente en la lengua escrita, pero también en el habla formal en el aula. Las características propias de esta disciplina nos indican que su discurso ofrece distintas de expresiones gramaticalmente incongruentes en las cuales los procesos en vez de ser representados por verbos son representados como sustantivos o nombres (nominalizaciones o metáforas gramaticales), lo que implica un alto nivel de abstracción que impacta en la organización textual, y en las relaciones lógicas implícitas o construidas como metáfora lógica (Moyano, 2010). En concreto, en el discurso esta característica se ve reflejada en el empleo de sustantivos abstractos derivados de verbos ---como precipitación, filtración- los que constituyen metáforas gramaticales, ya que presenta un significado como un participante en el mundo que tiene existencia fuera de la relación o verbo en el que realmente se da ese significado (Halliday & Martin, 1993).

Los rasgos mencionados constituyen un único proceso semiótico en el nivel léxico-gramatical, como un síndrome de rasgos propios de este discurso que permite la construcción de una teoría científica como una construcción lingüística de la experiencia diferente de la que construye la gramática del discurso cotidiano. Esto nos indica que aprender a comunicarse como se hace en ciencias implica alejarse de un conocimiento y discurso de sentido común para apropiarse de un conocimiento y discurso fuera del sentido común, una manera particular de entender el mundo desde la biología (Martin, 2007; Moss & Chamorro, 2011), en el cual la lengua posibilita clasificar y construir taxonomías en torno a estos significados, creando las teorías científicas (Lemke, 1998; Veal, 1998; Martin, 2007).

La segunda idea se refiere a la especialización funcional de los recursos semióticos en el discurso científico. Lemke (1998) propone el término híbrido semiótico para expresar que los conceptos científicos son simultáneamente verbales, visuales, matemáticos y accionales; para este autor, cada uno de los modos o recursos semióticos puede ser considerado un canal de comunicación que proporciona una determinada información y es la interacción entre los

diferentes modos la que hace posible la construcción del significado.

La lengua se ha especializado en el tiempo para representar los significados referidos a tipologías, denominado por Lemke (1998) significado tipológico o categorial. Es decir, cada lengua o idioma permite al ser humano representarse el mundo mediante categorías y relaciones taxonómicas. Esta sería una función específica de este recurso lingüístico, la lengua ofrece opciones para este tipo de representación y relaciones entre conceptos: relaciones todo/partes, categoría/ejemplar, categoría/miembros, sinonimia, entre otros (Martin & Rose, 2008). No obstante, existen otros significados referidos a grados, dimensiones, continuos que no resultan fácilmente representables mediante la lengua, sino que mediante gestos motores o figuras visuales, imágenes. Estos otros recursos semióticos mencionados se habrían especializado para representar lo que Lemke (1998) denomina significado de variación continua o topológico.

En otras palabras, los significados posibles de representar y comunicar mediante la lengua corresponden primeramente a un sistema de contraste categorial, un sistema de tipologías formales o equivalencias de clases, que es propio de la forma de ver el mundo que poseemos los seres humanos. En la lengua natural no poseemos una forma estándar de expresar en forma precisa grados intermedios de las categorías existentes, esto lo realizamos mediante gestos o dibujos (Lemke, 1999). Los diversos tipos de imágenes y recursos visuales en el espacio y tiempo son el recurso primario para crear significado imitativo o icónico.

Los estudios de Lemke (1998, 1999) así como la mayoría de las investigaciones de análisis multimodal del discurso amplían la Teoría Lingüística hacia la Teoría Semiótica. La línea teórica que seguimos en esta presentación es la de la Semiótica Social y la Semiótica Sistémica Funcional, quienes proponen para los estudios de la multimodalidad, un nuevo lenguaje para la descripción semiótica (Kress & van Leeuwen, 2001) que redefine los siguientes conceptos:

- Medios semióticos: o artefactos semióticos con significados sociales y rasgos materiales. Corresponden a las tecnologías para la representación y comunicación desarrolladas por los seres humanos y su cultura. Kress y van Leeuwen (1996) distinguen tres tipos de medios: el medio cara a cara, el medio impreso y el medio electrónico. En el primer tipo, los que se comunican comparten el mismo contexto temporal y espacial lo que determina un cierto tipo de interacción, como la clase escolar. En el segundo tipo, se requiere imprimir algún tipo de código o recurso sobre un material, aquí se encuentran los libros, afiches, planos, etc. en su versión tradicional. El último tipo de medios es el electrónico, estos son aquellos que se producen mediante un elemento electrónico, como una página web, un video, una presentación computacional. En una misma situación de comunicación es posible encontrar una orquestación de medios (Kress &

van Leuween, 2001).

- Modos o recursos semióticos: son los recursos para crear significado y sus convenciones: el habla, la escritura, las fotos, los esquemas, las fórmulas, las caricaturas, los gráficos, entre otros, cada uno con sus gramáticas distintas. Estos conforman en cada cultura el conjunto de modos semióticos o recursos para significar, los cuales se combinan en los distintos medios semióticos según sus restricciones materiales.
- Orquestación semiótica: corresponde a una configuración semiótica compleja, compuesta por uno o varios modos de significar que son puestos en juego simultáneamente por los seres humanos. La metáfora de la orquestación nos indica que hay varios elementos que son articulados por la persona que crea significado, quien actúa como el director de orquesta dirigiendo de manera armónica los recursos según su potencialidad, en pos de alcanzar sus objetivos, en este caso comunicativos o retóricos. En este panorama sinfónico se puede distinguir la melodía, es decir, el tejido o entrelazamiento de modos desde el cual emerge el significado.

Por lo tanto, este enfoque de la multimodalidad y de la semiótica social permite acercarnos a la comunicación y representación de conocimientos desplegados en el aula para la enseñanza, como una práctica semiótica compleja. Esta práctica pedagógica y didáctica nos revela un panorama rico en diferentes recursos para crear significado - lengua oral y escrita, dibujos, fotos, mapas, tablas, gráficos, entre otros - los cuales son puestos en juego por los actores de la actividad escolar. Para crear significado con fines de enseñanza, los profesores modelan para sus estudiantes una selección de entre los recursos disponibles en el aula para representar y comunicar, así como el uso de una variedad de medios semióticos que van desde la interacción cara a cara prototípica de la sala de clase y el uso de la pizarra, hasta medio tecnológicos como presentaciones proyectadas desde el computador (Kress, Ogborn & Martins, 1998).

Finalmente, la tercera idea se refiere a los patrones de significado como configuraciones de estas formas de decir. Desde la Lingüística Sistémica Funcional la noción de género es entendida como una configuración de significado convencionalizada a nivel de la cultura. Para Martin y Rose (2008) los géneros se definen como un proceso social orientado a un objetivo y organizado en etapas. Se consideran prácticas sociales ya que participamos en géneros con otras personas, la idea de meta u objetivo nos lleva a reconocer que utilizamos los géneros para hacer cosas, y las etapas dan cuenta de que se requiere de varios pasos para alcanzar dicho propósito. El género es entonces una configuración de significados usada recurrentemente en fases para enactuar prácticas sociales (Martin, 1992). En nuestro caso, la configuración de variables del registro o contexto de situación nos indica un campo o actividad determinada: la educativa, más específicamente, la clase de Historia o de Biología; en un tenor o relación entre interlocutores determinados: aprendices y maestros en primer año de Enseñanza Media; mediante los modos o recursos semióticos que se

utilizan en el contexto del aula escolar para concretar dicho campo y dicho tenor: la interacción cara a cara y el pizarrón.

A partir de las ideas de discurso pedagógico (Bernstein, 2000) y de género (Martin y Rose 2008), Christie (2002, 2010) propone que las unidades semánticas que se despliegan en la interacción del aula son propias del contexto del aula escolar, ya que las unidades de significado responden al diseño con fines de enseñanza. El despliegue de una unidad curricular completa puede extenderse a lo largo de varias sesiones de clases y se denomina Macrogénero Curricular. A su vez, cada una de las clases puede ser reconocida como una unidad de significado en sí misma, es decir, un Género Curricular.

De esta manera, en el discurso para la enseñanza se consideran las secuencias de enseñanza en relación a la totalidad de la estructura de la actividad curricular. Es decir, para interpretar cada fragmento textual se requiere tomar en cuenta el ciclo completo de una actividad de enseñanza, siguiendo los cambios y movimientos en el texto a través del cual la actividad de enseñanza se lleva a cabo, para comprender más profundamente lo que ocurre en la práctica pedagógica escolar (Christie, 2002).

La manera particular de crear significado en las clases de ciencia no siempre es enseñada en forma visible y explícita por los profesores más, sino que más bien es aprendida en la interacción áulica, como un tipo de conocimiento tácito del experto que debe ser apropiado por los aprendices, moldeando la identidad o la conciencia de los estudiantes (Christie, 2002; Christie & Derewianka, 2010). Solo cuando los aprendices logran familiarizarse con este tipo de discurso y acceder a él, pueden comprender las construcciones particulares de mundo que le proponen cada ciencia y disciplina. Conocimiento y discurso científico – multimodal- constituyen un mismo aprendizaje semiótico (Unsworth, 2001).

METODOLOGÍA

Esta investigación es parte del proyecto FONDECYT 11100169, sobre alfabetización científica desde la perspectiva multimodal. El objetivo del presente estudio es describir los potenciales semióticos de los medios utilizados por profesores de biología para la construcción del conocimiento en contextos de enseñanza.

Para esto se aborda la sala de clases y su panorama semiótico desde la perspectiva teórico metodológica de la semiótica social (van Leeuwen, 2005). Esta teoría nos indica que podemos estudiar los discursos en los

diferentes contextos para identificar a partir de ellos las prácticas y valores de las diferentes comunidades en relación a la semiosis.

El diseño de investigación corresponde a un estudio de caso múltiple de las clases de tres profesores de biología de primer año de Educación Media, todos enseñando la misma unidad didáctica: Biología Celular. El material está constituido por un corpus de video grabaciones del total de las clases de estos tres profesores.

El análisis de los videos se lleva a cabo desde la perspectiva multimodal, desarrollando un análisis multimodal del discurso y utilizando la noción de género curricular y macrogénero para la segmentación e identificación de los patrones de significado. La identificación de los géneros utilizados en la enseñanza de la biología se lleva a cabo en base a la clasificación de Martin & Rose (2007).

Los significados se exploran tomando en cuenta las metafunciones de la lingüística sistémica funcional. La metafunción ideacional nos remite a la codificación de la experiencia y el conocimiento. La metafunción interpersonal permite analizar la forma de establecer las interacciones y la metafunción textual nos permite describir cómo se entrelaza el tejido semiótico para conformar una unidad de significado (Halliday, 1982).

Para la clasificación de los modos o recursos semióticos, se considera el criterio del isomorfismo - metafunción interpersonal - utilizando la propuesta de Colle (1999).

RESULTADOS: ENSEÑANDO CIENCIAS

Para la descripción de los potenciales semióticos de los medios utilizados en los tres estudios de caso, primero se dará cuenta del panorama semiótico general que caracteriza la clase de cada profesor, en cuanto a los medios semióticos utilizados en ella. En segundo lugar, se describirá los aspectos comunes y las diferencias más destacadas entre ellos en los distintos momentos didácticos del despliegue de la unidad completa, para luego comparar el potencial de enseñanza de algunas de estas combinaciones semióticas para la construcción del conocimiento de la Biología en la escuela.

En la tabla N°1 se presenta una síntesis del panorama semiótico de cada estudio de caso, identificando los medios para crear significado desplegados en cada momento didáctico en cuanto al mayor o menor uso de estos por parte de los profesores.

Medios semióticos y momentos didácticos	Panorama semiótico CASO 1	Panorama semiótico CASO 2	Panorama semiótico CASO 3	Importancia
INTRODUCCIÓN	Pizarrón/ Cara a cara	Presentación computacional / Cara a cara	Pizarrón / Cara a cara	Más usado
	Texto escolar	Pizarrón / Texto escolar	Texto escolar	Menos usado
DESARROLLO	Computador con Internet / Cara a cara	Pizarrón / Cara a cara/ computador con internet/ guía proyectada	Pizarrón / Cara a cara	Más usado
	Pizarrón	Texto escolar	Texto escolar	Menos usado
EVALUACIÓN	Fotocopia	Fotocopia	Fotocopia	Más usado
	Cara a cara	Cara a cara	Cara a cara	Menos usado

Tabla 1: Diseño didáctico (Combinaciones de Medios)

El primer acercamiento al panorama semiótico de la enseñanza de la Biología Celular en primer año de Educación Media, nos indica que los profesores utilizan los tres tipos de medios semióticos.

1. La interacción cara a cara, que se define por la presencia simultánea en un mismo espacio y tiempo, en este caso, del profesor y su grupo de estudiantes, la cual está presente de manera permanente en las clases de todos los profesores.
2. Los medios impresos, entre los que destacan: el pizarrón (pizarra de acrílico), el texto o manual escolar (soporte papel) y la fotocopia (prueba soporte papel). Los tres estudios de caso utilizan los medios impresos.
3. Los medios electrónicos identificados son tres: computador con conexión internet (trabajo individual frente a la pantalla), proyección computacional (proyección *power point* en el pizarrón) y proyección de una guía (proyección de Word en el pizarrón). Los medios electrónicos son utilizados por dos de los tres estudios de caso.

En una primera mirada, tal como podemos observar en la tabla N°1, el panorama semiótico se caracteriza por la presencia constante de la interacción cara a cara junto con los medios impresos, en los tres momentos didácticos. En cambio, el medio electrónico solo es usado por algunos profesores en momentos didácticos particulares: introducción y desarrollo del contenido curricular, lo que da cuenta de la incorporación de los avances tecnológicos en las prácticas pedagógicas de los profesores de ciencias.

Para describir semejanzas y diferencias entre los tres estudios de caso y

en relación a los distintos momentos didácticos del diseño de la unidad curricular completa (macrogénero), a continuación se caracteriza cada uno de las clases de los profesores en cuanto a las opciones semióticas identificadas y sus combinaciones.

Con respecto al caso 1, para la enseñanza de la Unidad Biología Celular, este profesor combina diferentes medios semióticos en cada clase. Para la introducción de los contenidos, en la primera clase orquesta la interacción cara a cara junto con la pizarra y dos libros o manuales escolares. En la segunda clase, a los anteriores agrega el medio electrónico internet en conjunto con un medio impreso: la guía de trabajo, esta clase se desarrolla en el laboratorio de computación. La tercera clase dedicada a esta unidad es llevada a cabo en un laboratorio de ciencia y en esta el profesor utiliza el libro o manual escolar en conjunto con todos los implementos propios para la experiencia en el laboratorio. Esta misma clase cierra con un diálogo desarrollado cara a cara entre profesor y estudiantes. Finalmente, la unidad didáctica termina con una evaluación escrita con una prueba en papel.

En el caso 2, destaca la combinación permanente en toda la unidad didáctica de la interacción cara a cara en conjunto con el uso del pizarrón. En la primera clase, el profesor utiliza el medio electrónico presentación computacional, junto con la interacción cara a cara, el pizarrón y el libro o manual escolar para introducir el contenido. En la segunda clase, los protagonistas son los estudiantes, presentando a sus pares una experiencia práctica mediante la interacción cara a cara. La tercera sesión es desarrollada en el laboratorio de computación usando medios electrónicos tales como el internet y una guía en soporte digital proyectada en el pizarrón. En la cuarta clase el profesor usa el pizarrón en conjunto con la interacción cara a cara y el libro o manual escolar. En la última clase, el profesor evalúa a los estudiantes mediante una prueba que se presenta en una fotocopia impresa.

El caso 3 presenta una combinación tradicional, ya que todas las clases de este profesor se basan en la interacción cara a cara en conjunto con el uso del pizarrón, y de manera secundaria complementa con el libro escolar. Realiza cuatro clases orquestando estos medios y la última evalúa de manera escrita la unidad.

En cuanto a las semejanzas entre estos profesores, todos ellos seleccionan la misma combinación semiótica para la clase de introducción de los contenidos: interacción cara a cara con pizarrón, y de manera secundaria el texto escolar. La interacción oral mediante el recurso lingüístico aporta el discurso técnico de la biología y a la vez permite mediar los dibujos expuestos en el pizarrón, y las tablas y esquemas que aparecen en los textos escolares.

Para las clases de desarrollo de los contenidos, se repite la interacción cara a cara y su rol dentro de la enseñanza del discurso de la biología. Este se combina preferentemente con el uso del pizarrón para desplegar imágenes y en un caso las imágenes se ofrecen proyectadas mediante el computador.

En cuanto a la clase de cierre, la interacción cara a cara pasa a un segundo lugar, ya que la dinámica de la clase se dirige a una evaluación escrita la que se lleva a cabo de manera individual y en silencio.

Para continuar el análisis, nos enfocaremos en las clases de la etapa de desarrollo de la unidad didáctica en cuestión, con el fin de comprender el potencial semiótico de los medios y también modos utilizados recurrentemente por los tres profesores.

En esta etapa del despliegue de la unidad didáctica, los profesores construyen sus clases a partir de secuencias de dos tipos de géneros: la definición – que originalmente los autores denominan informe - y la explicación secuencial (Martin y Rose, 2008) que se encuentran sintetizados en la tabla 2.

Género	Función	Propósito social	Tipos
Definición	Informar o Definir	Clasifica y describe objetos y/o fenómenos	<p>Descriptiva: Clasifica el fenómeno y describe sus rasgos.</p> <p>Clasificatoria: Sub-clasifica un número de fenómenos con respecto a un conjunto de criterios dado.</p> <p>Composicional: Describe los componentes de una entidad.</p>
Explicación	Explicar	Explica cómo ocurren los procesos en el mundo (causa y efecto)	<p>Explicación secuencial: Secuencia simple de causas y efectos.</p> <p>Explicación factorial: Múltiples causas.</p> <p>Explicación consecucional: Múltiples efectos.</p> <p>Explicación condicional: Los efectos varían dependiendo de las condiciones variables.</p>

Tabla 2

Tanto en las definiciones descriptivas, clasificatorias y composicionales observadas así como en las explicaciones secuenciales se reitera la interacción entre dibujos esquemáticos (modo) mostrados en los medios pizarra y presentaciones computacionales (power point), con la lengua oral y gestos (modos) en el medio cara a cara. A continuación, profundizaremos en esta combinación de modos y medios.

Lo primero que llama la atención es que el pizarrón es utilizado por todos los profesores para dibujar dos recursos semióticos: esquemas estructurales, que en la disciplina se denominan morfológicos, y además diagramas de clasificación. En los primeros se combinan los modos de la escritura, el dibujo y convenciones gráficas como rayas, flechas, letras y símbolos químicos, en cambio en los segundos prima la escritura – con el potencial semiótico de la lengua para las taxonomías (Lemke, 1998) en conjunto con la convención gráfica de la línea o flecha.

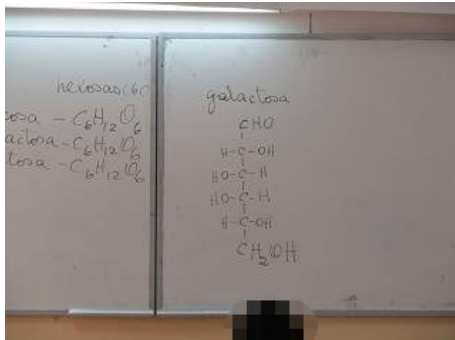
Como nuestro foco es el aporte de la mirada multimodal sobre la representación y comunicación para la enseñanza, nos concentraremos en el primer tipo de modo semiótico: los **dibujos de esquemas estructurales**. De esta manera, en los estudios de caso en cuestión, se puede observar dibujos esquemáticos que representan desde estructuras moleculares de biomoléculas (fotografía I), soluciones confinadas (fotografía II) y hasta membrana plasmática de células animales (fotografía III).

Con respecto al primer dibujo (fotografía I) este corresponde a un diagrama que según Colle (1999) sería un esquema de formulación ya que en él se representa “una relación lógica, no topológica, en un espacio no geométrico, entre elementos abstractos. Los lazos son simbólicos y todos los componentes visibles.” (Colle 1999: 10). El profesor despliega sobre la pizarra símbolos que son representados mediante letras y rayas. Los participantes corresponden a las letras y las rayas dibujadas entre ellos corresponden a una propiedad.

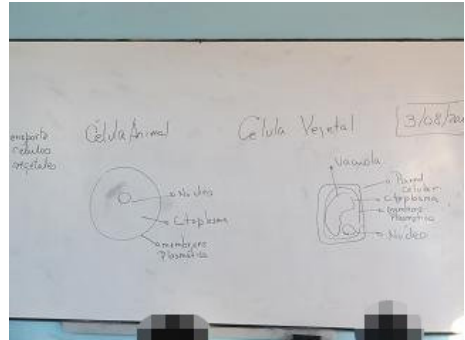
Ambas representaciones son muy abstractas y requieren de un dominio avanzado de las convenciones de la disciplina tales como la representación técnica de los elementos químicos y la comprensión de convenciones para representar enlaces químicos. Junto con esto se encuentra el aspecto espacial que entrega significado sobre la relación entre las unidades desplegadas vertical y horizontalmente. En cada uno de las seis unidades de información desplegadas verticalmente encontramos diferentes combinaciones y ordenamientos que entregan significados específicos mediante los símbolos. Horizontalmente también se entrega información que cambia si cambia en orden de la presentación.

Este esquema de formulación funciona como una definición morfológica o

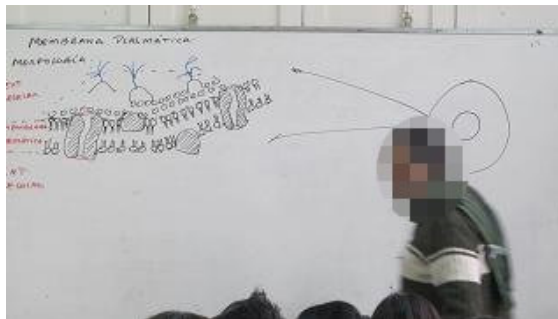
composicional de un concepto abstracto mediante las convenciones de la disciplina.



Fotografía I: Caso 1
Esquema de formulación



Fotografía II: Caso 2
Esquema de principio



Fotografía III: Caso 3
Esquema anatómico

Con respecto al segundo estudio de caso y su uso de los dibujos esquemáticos en el pizarrón, si observamos el ejemplo de la fotografía II podemos ver el producto dibujado por el profesor en el pizarrón. En el caso de este profesor, el despliegue del dibujo se realiza de manera alternada con la modalidad de preguntas y respuestas entre docente y estudiantes llevada a cabo mediante la interacción oral. El profesor escribe dos nombres en la pizarra a manera de título: célula animal - célula vegetal. Luego realiza preguntas a los estudiantes respecto de la estructura del primer concepto escrito. Junto con sus respuestas va representando de manera progresiva el dibujo esquemático terminando con el etiquetado escrito de las partes dibujadas. Estas visualmente corresponden a definiciones analíticas que muestran la composición de las estructuras dibujadas.

Llama la atención que el dibujo del profesor comienza desde lo más interno hasta lo más externo, y desde las partes hasta llegar al todo. Este orden de presentación favorecería el aprendizaje de las convenciones para representar las relaciones espaciales y las proporciones entre los elementos dibujados. Entre estas convenciones destaca la ubicación central y/o periférica de algunos elementos.

Los trazos dibujados por el profesor nos remiten a las convenciones que dan cuenta de los límites entre los componentes de una estructura. En este caso, un trazo circular identifica una unidad funcional y a la vez define una unidad que ocupa un espacio determinado, siendo el trazo mismo el que delimita dos ambientes diferentes: un adentro y un afuera. Esta misma convención es repetida a lo largo de la construcción de los dibujos.

Finalmente, cabe destacar que este dibujo de carácter esquemático y morfológico cumple una función para el discurso de la ciencia. Tal como nos indica Kress y van Leuween (1996) la realidad científica se centra en describir cómo las cosas son genérica o regularmente. En este caso, se está representando una realidad posible de observar solo a través del microscopio, por lo que el dibujo esquemático rescata en su representación los aspectos esenciales y genéricos que no son posibles de percibir a simple vista. Este dibujo no correspondería fielmente a lo que un científico ve en su quehacer, pero ha sido validado como una representación aceptada por la comunidad científica y por la comunidad que enseña la biología para definir una forma de comprender el mundo. Es por esto que este dibujo esquemático correspondería a una definición composicional y que según Colle (1999) constituye un esquema de principio en el cual se sustituyen los componentes por símbolos normalizados dando paso de la topografía a la topología y a la geometrización.

En el tercer caso (fotografía III), el profesor también despliega en el pizarrón un dibujo esquemático morfológico, en este caso, un esquema anatómico (Colle 1999) que representa un corte que respeta la topografía y simplifica las proporciones y distancias topológicas en relaciones arbitrarias. En este caso, este tipo de esquema anatómico es menos abstracto que la formulación y que el esquema de principios revisados en los casos anteriores.

El despliegue de este dibujo comienza con un título escrito y luego el profesor construye una representación tridimensional utilizando la misma convención en la cual los trazos definen límites entre unidades funcionales. En este dibujo esquemático el profesor destaca ciertos elementos estructurales con otro color. A través de la escritura fuera del dibujo el profesor identifica la estructura y los dos ambientes que esta delimita. Finalmente, el despliegue

del dibujo termina con una convención que representa una ampliación y acercamiento a uno de los componentes de la estructura.

El despliegue de este dibujo es distinto a los dos anteriores, ya que en este el profesor primero dibuja el esquema – el cual funciona nuevamente como un informe-, y sobre este apoya la interacción oral que posteriormente realiza con los estudiantes etiquetando el esquema.

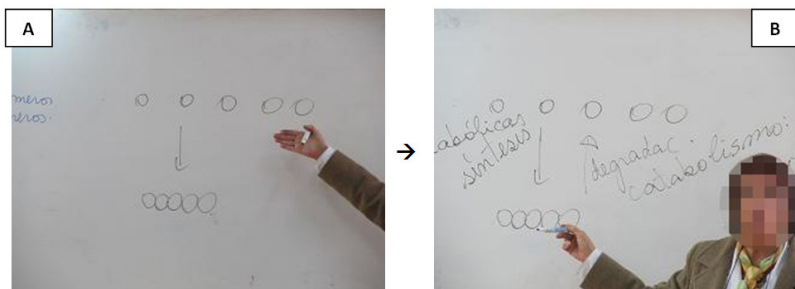
En esta interacción cara a cara el profesor revisa una actividad del manual o texto escolar en la cual se encuentra una representación a colores similar a la que dibujó en el pizarrón. ¿Por qué, si ya dispone de este mismo dibujo impreso en el texto escolar, vuelve a reproducirlo en el pizarrón? Nuestra hipótesis es que el potencial semiótico de la combinación pizarrón e interacción oral permite graduar el despliegue y ritmo de la información entregada y al mismo tiempo enfocar en las diferentes estructuras. Es decir, la combinación de estos dos medios semióticos juega un rol importante en la metafunción textual e interpersonal respectivamente. En la textual, ya que el profesor gradúa el flujo de la información en función de la enseñanza, entretejiendo un texto con diferentes modos semióticos: esquema, escritura, lengua oral y gestos. La particularidad de este tejido semiótico y comunicativo es que el profesor lo despliega con un ritmo, velocidad y pausas propios del discurso pedagógico. En la metafunción interpersonal, esta combinación de medios permite al profesor focalizar topológicamente diferentes zonas del esquema utilizando esta misma combinación semiótica: esquema, escritura, lengua oral y gestos. Entonces, podríamos decir que en el contexto de la enseñanza y en la interacción de la sala de clases, el profesor opta por dibujar este esquema en el pizarrón con el fin de modelar para los estudiantes la identificación de las estructuras, su localización y función.

Finalmente, un resultado emergente de esta investigación se relaciona con los potenciales semióticos de los distintos dibujos desplegados por los profesores en el pizarrón. Se puede distinguir dos roles distintos de los dibujos que dependen de la orquestación semiótica que despliegue el profesor.

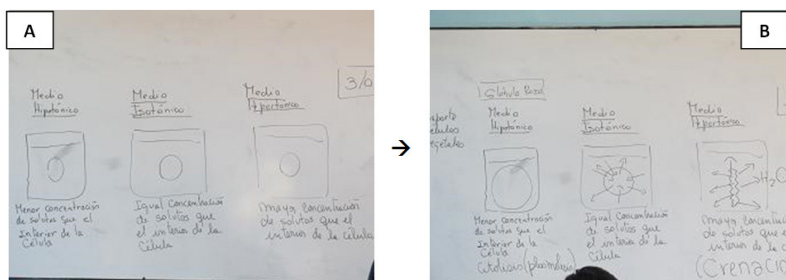
Tal como vemos en los tres ejemplos que se presentan a continuación (fotografías IV, V y VI) los profesores despliegan los dibujos en el pizarrón en dos etapas (A y B). En la primera etapa, los tres docentes representan distintos tipos de dibujos, los primeros dos corresponden según Colle (1999) a esquemas de principios y el tercer profesor dibuja un esquema anatómico. Todos estos son dibujados mostrando la representación como un todo, por lo que los dibujos funcionarían como informe ofreciendo a los estudiantes una visión morfológica de estructuras y/o procesos biológicos,

al modo de una definición visual. Estos dibujos pueden funcionar junto con convenciones como flechas, escritura y etiquetas escritas.

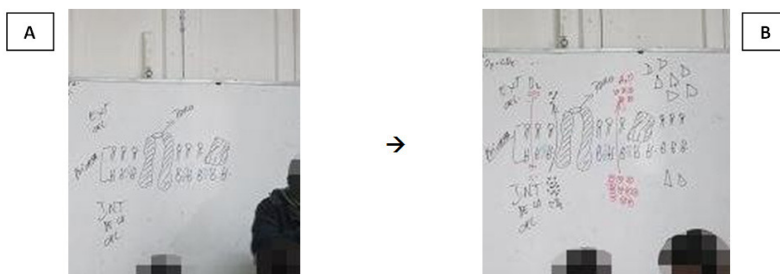
En la segunda etapa del despliegue, los dibujos asumen una nueva función, ya que al entrelazarse con la mediación del profesor en la interacción cara a cara, dejan de funcionar como una definición para ser parte de una explicación.



Fotografía IV: De definición a Explicación mediado por el profesor



Fotografía V: De definición a Explicación mediado por el profesor



Fotografía VI: De definición a Explicación mediado por el profesor

El potencial semiótico del dibujo cambia al ser mediado por la explicación del profesor. Si se observa estáticamente lo dibujado no deja de ser un informe, o definición pero si se analiza en la construcción contingente del tejido semiótico, propio de la interacción cara a cara en contextos educativos, este pasa a ser solo una parte de una explicación secuencial multimodal. El dibujo funciona autónomamente cuando es desplegado por los docentes como representaciones de conceptos científicos que definen una forma de ver el mundo, mientras que este mismo dibujo adquiere un rol distinto en la enseñanza cuando su despliegue es mediado en la interacción cara a cara del profesor frente a sus estudiantes. En una explicación, el dibujo pasa a representar de manera dinámica las causas y efectos sobre un proceso, para lograr esto los recursos semióticos utilizados por los profesores pueden ser flechas o reformulaciones de lo dibujado: aumento de tamaño, modificación de contorno, inclusión de nuevos elementos en la representación.

Un caso particular del potencial semiótico de los dibujos desplegados en el pizarrón lo constituyen las fotografías V. Estas fotografías que representan dos momentos de un mismo proceso biológico (influencia de la concentración del medio en la célula), pueden ser interpretadas como tres representaciones individuales o como un todo.

Cuando son interpretadas como tres representaciones, cada dibujo en el primer momento (A) representa el estado inicial del proceso (células estables), mientras que el segundo momento (B) representa el efecto (células alteradas) que tres medios individuales (medio hipotónico, medio isotónico y medio hipertónico) causan en las células (citólisis, estabilidad, crenación respectivamente). Además de representar estos estados visualmente el profesor los representa mediante la escritura, ofreciendo para los estudiantes la definición lingüística técnica con que la ciencia ha denominado las causas y los efectos de este proceso. Cada dibujo esquemático representa la explicación de un proceso particular.

Potencialmente, estos mismo tres dibujos pueden ser interpretados como un todo, entonces la explicación puede ser considerada como una unidad textual completa que muestra una explicación con condicional, en la cual los efectos varían dependiendo de las condiciones de la variable (Martin & Rose, 2008). En el caso de los dos momentos del dibujo en el pizarrón, al interpretarlo como un todo, ya no se representan tres conceptos aislados sino que el proceso completo: homeostasis celular. En el estudio de caso, solo se aprovechó el primer potencial de significado de esta representación. Para finalizar, se sintetiza los hallazgos en cuanto a los géneros y recursos semióticos utilizados con fines de enseñanza. La tabla N°3 presenta una reformulación de lo planteado por Martin y Rose (2008) (Ver tabla N°2), esta

vez en el contexto escolar secundario en relación a los géneros multimodales producidos por los profesores para enseñar ciencias.

Género/ registro	Función	Propósito Pedagógico	Tipos de género para la enseñanza de las ciencias en Educación Media	Orquestación semiótica para la enseñanza de las ciencias
Definición en la enseñanza de las ciencias	Informar o Definir	Clasificar y describir objetos y/o fenómenos del mundo natural desde la perspectiva científica	<p>Descriptiva: Clasifica el fenómeno y describe sus rasgos.</p> <p>Clasificatoria: Sub-clasifica un número de fenómenos con respecto a un conjunto de criterios dado.</p> <p>Composicional: Describe los componentes de una entidad.</p>	<p>Medio pizarrón / Cara a cara</p> <p>Medio pizarrón / Cara a cara</p> <p>Medio pizarrón / Cara a cara</p>
Explicación en la enseñanza de las ciencias	Explicar	Explicar cómo ocurren los procesos naturales (causa y efecto) desde la perspectiva científica	<p>Explicación secuencial: Secuencia simple de causas y efectos.</p> <p>Explicación condicional: Los efectos varían dependiendo de las condiciones variables.</p>	<p>Medio pizarrón / Cara a cara</p> <p>Medio pizarrón / Cara a cara</p>

Tabla 3

CONCLUSIONES

En cuanto al panorama semiótico de la clase de biología, los tres estudios de caso nos indican que la interacción cara a cara junto con los medios impresos, son combinados de manera permanente en los momentos didácticos de la introducción y desarrollo. Entre los medios impresos destaca el uso del pizarrón, el cual es utilizado de forma central para la esquematización, ocupando la escritura un rol secundario en el etiquetaje de los dibujos.

De esto se desprenden dos hallazgos importantes. El primero de ellos, se enfoca en la combinación semiótica más frecuente en la enseñanza de la

biología: lengua oral y pizarrón, a través de ellos los profesores no reiteran los mismos significados, sino que construyen un significado complejo que se complementa con el potencial de significado de los distintos recursos utilizados. En este caso de la enseñanza de la ciencia en el aula, la escritura ocupa un rol secundario subordinándose a la representación esquemática y visual de los conceptos científicos dibujados en el pizarrón y entrelazados con la lengua oral.

El segundo hallazgo, pone en evidencia que tanto las definiciones como las explicaciones en la enseñanza de las ciencias en la escuela tienen una naturaleza multimodal. En relación a las definiciones entendidas como descripciones y clasificaciones de formas particulares de ver el mundo (Martin & Rose, 2008), no solo se representan de manera lingüística (habla y escritura) sino que también visual o esquemáticamente. En este estudio los diferentes recursos visuales aportan de manera importante a las definiciones composicionales, indicando rasgos espaciales de los esquemas científicos y sus componentes.

En cuanto a las explicaciones en la enseñanza de la biología, estas también tienen un carácter multimodal. Los profesores observados explican en sus clases principalmente secuencias causales, construyendo las relaciones causa efecto con dibujos que modifican secuencial y contingentemente con la explicación oral.

Cabe destacar otro hallazgo relevante relacionado con el potencial semiótico de los recursos utilizados para enseñar biología. La combinación de la interacción cara a cara en conjunto con el uso del pizarrón o presentación computacional deja en evidencia la potencialidad de la definición visual. Esta al ser mediada por el profesor en la interacción cara a cara, se convierte en una explicación. Es decir, el profesor define visualmente la forma en que la ciencia entiende un fenómeno natural y luego al entrelazar el despliegue del dibujo esquemático con la lengua oral, convierte esa definición estática en una secuencia donde primero presenta la causa y luego su efecto.

Para cerrar, resulta relevante indicar que a pesar de la utilización central de recursos visuales en las clases de biología, los tres estudios de caso evalúan los aprendizajes sin utilizar representaciones visuales, centrándose en pruebas de selección múltiple. Esto parece dar cuenta, tal como nos indica Bezemer y Kress (2010), de las políticas educativas y los énfasis en el rendimiento en las pruebas estandarizadas de medición así como en la prueba de selección universitaria, que utilizan este mismo género.

Este estudio permite constatar que los profesores a través de definiciones

y explicaciones multimodales enseñan el discurso de la ciencia a sus estudiantes, y de esta manera favorecen su alfabetización semiótica. El aprendizaje semiótico, entendido como parte de las alfabetizaciones múltiples, les permitirá a los aprendices participar en las diversas actividades sociales de manera cada vez más activa, crítica y propositiva, acercándolos a las ciencias y su visión particular del mundo.

Bibliografía

- Bernestein, B. (2000). *Pedagogy, Symbolic Control and Identity*. Londres: Rowan & Littlefield.
- Bezemer y Kress, G. (2010). Changing text; A social semiotic analysis of textbooks. *Design for Learning*, 3, 1-2.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en EL aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós.
- Christie, F. (2002). *Classroom discourse analysis: A functional perspective*. Londres: Continuum.
- Christie, F. y Derewianka, B. (2010). *School Discourse*. Londres: Continuum.
- Colle, R. (1999). *El contenido de los mensajes icónicos*. La Laguna (Tenerife): Revista Latina de Comunicación Social.
- Halliday, M (1982). *La lengua como semiótica social*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Halliday, M. y Martin, J. (1993). *Writing science: Literacy and discursive power*. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- Kress, G. (2005). Gains and Losses: New Forms of Texts, Knowledge, and Learning. *Computers and Composition*, 22(1), pp 5-22.
- Kress, G (2010). *Multimodality: A social semiotic approach to contemporary communication*. London: Routledge.
- Kress, G. y van Leeuwen, T. (1996). *Reading Images: the grammar of visual design*. London: Routledge.
- Kress, G, Ogborn, J. y Martins, I. (1998). A satellite view of language.

Language Awareness, 2 (3), pp 69-89.

Kress, G. y van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal Discourse: The Modes and Media of Contemporary Communication*. London: Arnold; Oxford University Press.

Latour, B. (1987). *Science in Action*. Cambridge: Harvard University Press.

Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires: Editorial Manantial.

Lemke, J. (1997). *Aprender a Hablar Ciencia*. Barcelona: Paidós.

Lemke, J. (1998). Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. En J. Martin y J. Veel (Eds.), *Reading Science: critical and functional perspectives on discourses of science* (pp. 87-113). Londres: Routledge.

Lemke, J. (2002). Travels in hypermodality. *Visual Communication*, 1(3), pp 299-325.

Márquez, C; Izquierdo, M. y Espinet, M. (2000). Comunicación Multimodal en la clase de Ciencias: El ciclo del agua. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), pp. 371-386.

Martin, J. (1992). *English text: System and structure*. Philadelphia: J. Benjamin.

Martin, J. (2007). Construing knowledge: a functional linguistic perspective. En Christie, F. & Martin, J. (Eds.), *Language, knowledge and pedagogy* (pp. 34- 64). Londres: Continuum.

Martin, J. y Rose, D. (2008). *Genre relations: Mapping culture*. Sydney: Equinox.

Moss, G y Chamorro, D. (2011). *La enseñanza de las ciencias sin asidero en el tiempo ni el espacio: Análisis del discurso de dos textos escolares*. Barranquilla: Universidad del Norte.

Moyano, E. (2010). Aportes del análisis de género y discurso a los procesos de enseñanza y aprendizaje escolares: Las ciencias biológicas y la historia. *Discurso & Sociedad*, 4(2), pp. 294-331.

- Sardá, J; Anna y Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), pp. 405-422.
- Schleppegrell, M. (2004). *The language of schooling. A Functional Linguistics Perspective*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Unsworth, L. (2001). *Teaching Multiliteracies across the Curriculum: changing contexts of text and image in classroom practice*. Buckingham: Open University Press.
- Van Leeuwen, T. (2005). *Introducing Social Semiotics*. Londres: Routledge.
- Veel, R. (1998). The greening of school science: Ecogenesis in secondary classrooms. En Martin, J. y Veel, R. (Eds.), *Reading science. Critical and functional perspectives on discourses of science* (pp. 114-151). Londres: Routledge.
- Vigotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Fausto.