

COMUNICACIÓN MULTIMODAL EN LA CLASE DE CIENCIAS: EL CICLO DEL AGUA

MÁRQUEZ, CONXITA; IZQUIERDO, MERCÈ y ESPINET, MARIONA

Departament de Didàctica de les Ciències i de les Matemàtiques. Facultat de Ciències de l'Educació. Universitat Autònoma de Barcelona. Campus UAB. 08193 Bellaterra

Resumen. En este trabajo se presenta una propuesta de análisis del discurso de una profesora desde una perspectiva de comunicación multimodal, en el contexto de una clase de ciencias de secundaria donde se trabaja el ciclo del agua. Esta perspectiva implica considerar que cada modo comunicativo (el lenguaje oral y escrito, el gesto y el lenguaje visual) contribuye, de manera especializada o cooperativa, a dar significado a la entidad «Ciclo del agua». Se presenta la fundamentación teórica y la metodología utilizada para el análisis. Posteriormente se discuten los resultados y se plantean unas sugerencias que pretenden ayudar a tomar conciencia de los recursos comunicativos de que dispone el profesor en el aula.

Palabras clave. Didáctica de la geografía, educación secundaria, discurso del profesor, comunicación multimodal, ciclo del agua.

Summary. In this paper we are presenting an analysis of teacher discourse from a multimodal communication perspective, in a secondary school science class about the «water cycle». This approach implies the consideration that every communication system (oral and written language, visual language and gesture) contributes to give meaning to the concept of water cycle in a cooperative or specialised way. The theoretical basis and methodology used for the analysis are presented. Later, the results are discussed and suggestions are presented for the purpose of discovering the communicative resources available to the teacher in the classroom.

Keywords. Geology teaching, secondary education, teacher discourse, multimodal communication, water cycle.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha aumentado el interés en investigar el papel de los distintos sistemas de signos o *modos semióticos* que participan en la comunicación en el aula de ciencias, además del lenguaje (Kress, Ogborn y Martins, 1998; Lemke, 1998a; Kress, Jewitt, Ogborn y Tsatsarelis, 2001; Márquez, 2002)

Disponemos en la actualidad de un repertorio cada vez más amplio de modos de comunicación: procesadores de textos, de aplicaciones de dibujo o de diseño gráfico, de programas de animación, de CD-ROM, de internet... Esta constatación permite pasar de una *visión monomodal*, de la comunicación centrada en el lenguaje verbal (sea escrito o oral), a una *visión multimodal* de la comunicación, basada en la utilización orquestada de los diferentes modos semióticos (modo verbal, gestual, visual, etc.) (Kress, Ogborn y Martins, 1998). Por ello parece necesario y adecuado cuestionarse y debatir la

primacía del lenguaje en la construcción de significados en la clase de ciencias.

En este artículo se pretende contribuir a este debate haciendo una propuesta de análisis del carácter multimodal de las interacciones discursivas, centrándonos en el discurso de la profesora en una clase de ciencias de secundaria mientras presenta las distintas entidades que contribuyen a la construcción del ciclo del agua.

El análisis del discurso multimodal de la profesora se centrará en dos aspectos:

– identificar las funciones comunicativas de los distintos modos semióticos en la construcción de significados; y

– mostrar la relación entre los mismos a lo largo de la actividad analizada.

MARCO TEÓRICO

La comunicación es una parte esencial de la actividad que se desarrolla en la clase de ciencias. Por ello son de un enorme interés para los profesores de ciencias los enfoques teóricos que ayudan a comprender los diversos factores que contribuyen a que la comunicación en una clase de ciencias transforme las ideas de los alumnos y aumente sus posibilidades de intervención en los fenómenos del mundo natural.

La finalidad de la actividad comunicativa que analizamos aquí consiste en recontextualizar, en situación de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, un discurso científico que tiene que ver con determinados fenómenos naturales y que se ordena alrededor de un diagrama, el «Ciclo del agua» (Bernstein, 1977, 1990, 1996) Nuestra investigación se centra en los signos de comunicación: palabras, gestos, imágenes... que se generan a lo largo del proceso.

El discurso científico y su enseñanza

El discurso científico es, en sí mismo, multimodal y Lemke (1998a) 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» puede ser considerado un canal de comunicación que proporciona información (algunas veces equivalente, otras complementaria, que puede ser repetida o contradictoria...) y es la interacción entre los diferentes modos la que hace posible la construcción del significado. Sutton (1996) insiste en el carácter dinámico del conocimiento científico, destacando su función de poner a prueba nuevas ideas, proponer modelos e interpretar nuevas situaciones. El lenguaje utilizado por los científicos también cambia. Puede ser personal y persuasivo en las etapas iniciales de su investigación (cuando constituye un «sistema interpretativo») y neutro y formal al presentarlo como algo ya definitivo en los libros de texto (cuando se ha convertido en un «sistema de etiquetado»). Nuevos modos de representación y de reproducción del conocimiento (diagramas, nuevas imágenes, nuevas tecnologías...) pueden transformar los códigos semióticos que utilizan los científicos (Kress y Van Leeuwen, 1996; Lemke; 1998a).

La recontextualización del discurso científico que ahora nos interesa es la que se produce en el acto de enseñar para que los alumnos aprendan. Tal como dicen Britton y otros (1979), 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. Para construir sus conceptos de ciencias, los alumnos han de apropiarse de las «maneras de decir» propias del discurso científico (Lemke, 1997; Lomas, 2001), a partir de la reconstrucción integrada, tanto de los ítems de conocimiento que les proporcionamos a través del discurso o texto científico, multimodal en su esencia, (Lemke, 1998b), como del «texto» que ya tenían en su mente por sus experiencias previas (Lemke, 1992).

El «Ciclo del agua»

Esta investigación se ha centrado en el ciclo del agua por diversas razones. El ciclo del agua puede ser considerado un modelo teórico (MT) (Giere, 1988), puesto que aparece en los libros de texto como concreción de una visión abstracta y relacionada de determinados procesos que se producen en la naturaleza. Es, además, multimodal, puesto que se presenta como un diagrama en el que se combinan palabras, imágenes y gráficos. Como ocurre en los otros MT, muestra una apariencia sencilla gracias al signo-diagrama que lo representa, del cual se puede hablar con lenguaje casi cotidiano

Es precisamente la presentación como ciclo lo que lo convierte en un «contenido estructurante» del currículo (Karplus, 1978; García, 1998) y lo que hace que sea interesante investigar cómo adquiere significado en clase. La sencillez del ciclo contrasta con la complejidad de sus contenidos científicos: la circulación del agua por la naturaleza, en este caso; pero la sencillez del «signo» (el círculo) se transfiere a los diferentes procesos que se presentan encadenados, que aparecen ya ordenados y casi explicados por el hecho de formar parte de él. En efecto, el ciclo del agua puede llegar a presentar con mucha claridad las cuatro características principales de este complejo proceso: circulación del agua, cambios de estado, retorno o periodicidad de los cambios, conservación. Y contribuye a la consideración actual de la Tierra como sistema (Bach, Brusi, Domingo, 1988).

El proceso de enseñanza del ciclo del agua es muy representativo de nuestra propuesta de «enseñanza de las ciencias como modelización» (Izquierdo et al., 1999; Gilbert et al., 2000) y nuestra investigación pretende aportar nuevos datos sobre el proceso de transferencia, por parte de la profesora, y de apropiación, por parte del alumnado, del «signo ciclo» y del poder explicativo que adquiere cuando se vincula a fenómenos que ya se conocen (la lluvia, la formación de nubes, las fuentes, los ríos...).

La semiótica social

La construcción de significados en el aula se produce a través de las palabras que se dicen, los diagramas que se dibujan, las fórmulas que se escriben, los experimentos que se realizan. Es el resultado de un proceso dinámico donde todas las acciones son socialmente compartidas y donde hay una construcción conjunta entre el profesorado y el alumnado. Desde este punto de vista tiene sentido referirse a la semiótica social.

La semiótica social se interesa por cómo las personas elaboran y utilizan los signos para construir la comunicación en una comunidad concreta. Una acción comunicativa se produce en un contexto determinado sin el cual no se puede explicar su significado; es decir, una acción se hace significativa cuando se contextualiza (Lemke, 1997). Se establece una diferencia entre el «contexto de situación» y el «contexto de cultura». El primero es el entorno o situación concreta en la que se produce la comunicación y se puede identificar con la noción de *regis-*

tro de Halliday (1978) y el segundo es el conocimiento almacenado en la mente de los interlocutores.

El interés por conocer cómo se produce la comunicación en una situación concreta de clase obliga a profundizar, en el primer aspecto, el contexto de situación o registro y sus factores. El contexto de situación está condicionado por el «campo» (el tema de que se trata, el ciclo del agua en nuestro caso); por el «modo» o canal, que puede ser oral, gestual, gráfico...; y por el «tenor» o relaciones interpersonales que se establecen en el acto comunicativo. Hay muchos sistemas de recursos semióticos, además del lenguaje: el sistema visual (Kress y Van Leeuwen, 1996), los gestos y los movimientos, la arquitectura (Preziosi, 1983), el vestido y el peinado (Barthes, 1983)... Nosotras utilizaremos aquí el término *modo semiótico* o *modo comunicativo* en este mismo sentido: como sistema de recursos semióticos con determinadas funciones que hacen posible la comunicación.

Si bien esta investigación se centra en el «modo» (y va a poner en evidencia la «multimodalidad» de la comunicación en clase), se hará teniendo muy en cuenta la existencia de los otros factores que condicionan el contexto de situación y la existencia de un «contexto de cultura» (las ideas de los alumnos y alumnas) aunque no se aborden aquí.

La gramática sistémico-funcional

De acuerdo con la gramática sistémico-funcional (GSF) (Halliday, 1985), el lenguaje es un sistema de significados, acompañado de las formas que permiten que estos se produzcan. Es funcional, en el sentido de que no pretende hacer una descripción formal del lenguaje sino estudiar cómo el lenguaje es usado para crear significados. Es sistémica en tanto analiza cómo a través del lenguaje se crea un significado concreto de entre los muchos que se podrían haber producido.

Halliday identifica tres componentes fundamentales o metafunciones: el ideacional, el interpersonal y el textual (Halliday, 1985). El textual se refiere a la manera según la cual la información se distribuye en frases a lo largo de un texto. La función interpersonal se ocupa de la interacción entre el emisor y el receptor considerada como un intercambio de mensajes. La función ideacional, que es la que se analiza en esta investigación, es la expresión de nuestra experiencia del mundo. Así, en un acto discursivo decimos algo (ideacional), en una relación entre las personas (interpersonal) y se construye de manera que tenga coherencia y continuidad (textual).

Uno de los aspectos fundamentales de la GSF que se usa en esta investigación es el análisis de los procesos. Los fenómenos del mundo se «dicen» como procesos: mediante un verbo que se refiere a la acción, los participantes y las circunstancias en las cuales se produce. Los verbos permiten identificar diferentes tipos de procesos: de «hacer», de «existir», de «ser», de «decir», de «sentir», de «comportarse». Pero estos procesos son aún muy generales. Para comprender bien los significados que con ellos se generan en el transcurso de la clase sobre el ciclo del agua es necesario

identificar lo que llamamos *espacios semióticos*, es decir, el aspecto de la realidad al cual da significado un determinado proceso. Se generan así grupos de significados: unos tienen que ver con el tema objeto de estudio y se aplicarán a procesos reales que se recuerdan; otros se aplican a la gestión de aula y a la organización de la misma como espacio comunicativo; finalmente, otros se refieren al propio proceso docente, que requiere que los alumnos manipulen de una determinada manera el material didáctico de que disponen e interactúen con él.

La GSF fue diseñada para explicar cómo se usa el lenguaje para crear significado. Recientemente este planteamiento se ha usado para explicar cómo otros modos comunicativos, por ejemplo, las imágenes, crean significado (Hodge y Kress, 1988; Kress y Van Leeuwen, 1996). En esta investigación se han aplicado algunas aportaciones de la GSF para analizar cómo el lenguaje, el gesto y las imágenes crean significados en el discurso del aula.

¿Qué pretendemos?

Es posible, por tanto, describir la actividad comunicativa en clase al vincular los significados que se van atribuyendo a las palabras, gestos, textos e imágenes a «procesos», es decir, a «actividad» de algo o de alguien y, por lo tanto, a experiencia. Como esta actividad es multimodal, su análisis permite identificar relaciones diversas entre modos, cuando se especializan en la comunicación de un proceso o bien cuando coinciden más de uno en un mismo proceso. La clase aparece con ella como una orquesta: los diversos modos comunicativos, como si fueran los diferentes instrumentos musicales, se acoplan para conseguir conocimiento compartido, la armonía que se consigue cuando todos los instrumentos suenan bien y a la vez. Nos situamos así en la perspectiva que Kress, Ogborn y Martins califican de *Satellite View of Language* (1998): lo vemos desde fuera, como cuando se contempla la Tierra desde un satélite y, así, lo vemos más completo (multimodal) y «redondo».

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- describir el uso que hace un profesor de ciencias de los diferentes modos comunicativos y conocer las funciones que realiza cada modo comunicativo;
- determinar las relaciones entre los modos comunicativos y su influencia en la comunicación más eficaz de significados.

METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS

Muestra y obtención de datos

Los datos de la investigación se obtienen de la grabación en vídeo de dos de las cinco sesiones de 55 minutos dedicadas a trabajar el ciclo del agua en una clase de primero de ESO

(12 años) de un instituto público de Igualada (Barcelona). El objetivo de la profesora es presentar a los alumnos aquellas entidades científicas que pueden ayudarlos a explicar cómo y por qué circula el agua en la naturaleza en términos de ciclo del agua. La profesora es licenciada en biología y con una amplia experiencia docente.

Relato de las dos sesiones

La clase comienza con una puesta en común sobre la interpretación que cada alumno hace del significado de una ilustración del libro de texto (Fig. 1). Después de la discusión se llega a una respuesta consensuada. A continuación la profesora propone a los alumnos que formulen preguntas con relación a la circulación del agua en la naturaleza. Seguidamente presenta la entidad ciclo del agua como la explicación científica actual a todas estas preguntas y da a los alumnos una hoja con un diagrama (Fig. 2). La profesora explica a los alumnos que, para estudiar el ciclo del agua (hace por primera vez un círculo con las manos), diferenciarán: lugares o almacenes donde hay agua, cambios del agua de un lugar a otro y causas de estos cambios.

La siguiente actividad consiste en localizar y representar en el diagrama todos los lugares donde se puede encontrar agua en la naturaleza, en estado líquido, sólido y gaseoso y, a continuación, identificarán y representarán los cambios que se producen en el ciclo del agua.

Figura 1
Imagen que aparece en el libro de texto.

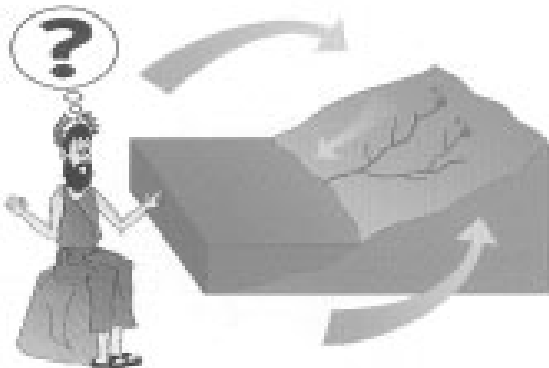


Figura 2
Diagrama proporcionado a los alumnos.



Una vez identificados los almacenes y cambios en el ciclo del agua, la profesora introduce un nuevo tema de reflexión: ¿por qué se habla de ciclo del agua? Hace que los alumnos repasen, sobre su diagrama, el recorrido del agua desde que sale de un almacén hasta que vuelve al mismo. La profesora escribe en la pizarra las distintas localizaciones del agua de tal manera que los nombres y las flechas que los unen, con el nombre del proceso que representan, acaban configurando un círculo.

Cada alumno es invitado a utilizar este tipo de representación para mostrar posibles recorridos del agua. La sesión finaliza con la puesta en común de los distintos recorridos que puede seguir el agua y con la evidencia de la gran variedad de «ciclos» que puede haber dentro del ciclo del agua.

En la segunda sesión, la profesora ha reproducido en la pizarra el diagrama proporcionado a los alumnos y en él se sitúan y se representan nuevas localizaciones del agua y nuevos procesos. Los alumnos manifiestan sus dudas y dificultades en algunas representaciones. La profesora insiste en la generalización de los procesos: el agua no sólo se evapora del mar, no sólo llueve en las montañas...

Finalmente la profesora plantea la necesidad de encontrar las causas de todos estos cambios. El primer agente causal identificado por los alumnos es el sol. A continuación la profesora da indicios para identificar la gravedad como otro agente causal. La sesión finaliza con la clasificación, según su agente causal, de los diferentes procesos identificados.


Trascripción y definición de las unidades de análisis

Las dos sesiones han sido transcritas numerando las intervenciones de la profesora y los alumnos y separando los diferentes modos semióticos que intervienen en la actividad discursiva. Así, para cada intervención se han hecho cuatro columnas: en la primera se transcribe el habla; en la segunda, los gestos significativos que hace la profesora; la tercera columna muestra los aspectos visuales, dibujos o símbolos que la profesora aporta a la actividad comunicativa y, finalmente, la cuarta columna refleja el texto escrito que va apareciendo en la pizarra (Cuadro I).

Una vez realizada la trascripción multimodal se procedió a identificar «segmentos de interactividad» (Coll et al., 1992; Coll, 1998) con el objetivo de obtener las unidades de análisis. Lo que caracteriza cada segmento es: a) el contenido temático; y b) la forma de organización de los participantes (trabajo colectivo o trabajo individual). Cada vez que se detectaba un cambio en uno de los dos aspectos, se establecía un nuevo segmento, lo que llevó a la identificación de once segmentos de interactividad. El cuadro II muestra los segmentos definidos. Éstos marcan, mayoritariamente cambios en relación con el contenido temático.

Cuadro I

Ejemplo de transcripción multimodal de las distintas intervenciones de la profesora.

Todos los estudiantes tienen una hoja de papel con la figura que se muestra en la columna correspondiente. La profesora tiene la hoja de papel en la mano.			
	Gesto	Lenguaje visual	Texto escrito en la pizarra
56. <i>Profesora:</i> Sí. Arriba de todo, pequeño, poned el nombre y la fecha. Y ahora vamos a ver los lugares. [...] A ver, Carmen, díme un primer lugar que tú en este dibujo veas que hay agua. ¿Qué podríamos decir? ¿Agua de dónde? Di...	La profesora señala el diagrama que hay en la hoja de papel que tiene en la mano.		Una posible respuesta: «El ciclo del agua» – Lugares donde hay agua, vapor o hielo – Cambios de lugar o estado del agua – Causas de los cambios. ¿Quién hace o provoca los cambios?
57. <i>Carme:</i> ¿Pero por dónde?			
58. <i>Profesora:</i> Aquí en el dibujo, en cualquier lugar, ¿qué agua hay? A ver, díme, ¿agua de dónde?	La profesora señala el diagrama.		

Cuadro II

Situación de cada segmento de interactividad en el proceso de modelización de la circulación del agua en la naturaleza.

Segmentos de interactividad	Proceso de modelización
Segmento 1: «Planteamiento del problema»	Hechos que se quieren explicar. Sistema físico objeto de estudio
Segmento 2: «Apropiación del problema»	
Segmento 3: «Presentación del ciclo del agua»	Identificación de los componentes materiales y dinámicos del sistema
Segmento 4: «Localización de los lugares o almacenes donde se encuentra agua en la naturaleza»	
Segmento 5: «Identificación y representación de los cambios en el ciclo del agua»	
Segmento 6: «Identificación y representación de los cambios en el ciclo del agua. Trabajo individual»	Identificación del funcionamiento del sistema
Segmento 7: «¿Por qué hablamos de ciclo? Cambios encadenados»	
Segmento 8: «Diversidad de ciclos»	
Segmento 9: «Dificultades en la identificación y la representación de los cambios en el ciclo del agua»	Identificación de los componentes materiales y dinámicos del sistema
Segmento 10: «Identificación y representación de más cambios»	
Segmento 11: «Agentes causales en el ciclo del agua»	Identificación del funcionamiento del sistema

Categorías de análisis

La consideración del discurso de la profesora desde un punto de vista no estrictamente lingüístico ha comportado adaptar la gramática sistémico-funcional (GSF) al análisis de los otros modos comunicativos que constituyen el discurso de la profesora, además del lenguaje. Cada modo en un segmento de interactividad es analizado según: a) los espacios semánticos; y b) los procesos (Cuadro III).

Los espacios semióticos

Un espacio semiótico será aquel aspecto de la realidad al cual da significado un determinado proceso. Se han identificado tres espacios semióticos.

– *Espacio temático.* Todo aquel significado que tenga relación con el tema objeto de estudio, todos aquellos procesos que den significado a aspectos conceptuales.

– *Espacio de gestión del aula.* Todo significado que tenga relación con la organización de la clase como un espacio comunicativo y social donde es necesario gestionar la participación, el tiempo, el orden de las intervenciones...

– *Espacio de la representación o de la explicación.* Todo significado que tenga relación con las estrategias usadas por la profesora para comunicar el contenido temático a la clase.

Los procesos

Se consideran seis tipos de procesos, cada uno de los cuales se da en un determinado espacio semiótico.

En el **espacio temático** se dan dos tipos de procesos:

Procesos relacionados con las propiedades y las características del agua y su circulación. En este grupo se incluyen los procesos que representan que alguna cosa existe («hay un lago») o pasa («hay evaporación») en relación con los componentes materiales y dinámicos del sistema o que alguna cosa es: «la gravedad es una fuerza que atrae las cosas».

Procesos relacionados con cambios sufridos o provocados por el agua o por los agentes causales. En este grupo se incluyen todos los procesos que dan significado a acciones e interacciones entre los componentes del sistema. Procesos de cambio de lugar del agua, como circular, precipitar, bajar, ir, infiltrar, etc., procesos de cambios de estado, como evaporar, condensar, fundir, etc. Y todos aquellos procesos en que alguna de las entidades relacionada con la temática de circulación del agua en la naturaleza «haga» o «a la cual hagan» alguna cosa: «el sol deshace la nieve, funde la nieve».

En el **espacio de gestión del aula** encontramos:

Procesos relacionados con la gestión del aula. En este grupo se incluyen todos aquellos procesos que hacen referencia al control de la participación, del tiempo, del orden de la clase en general.

En el **espacio de gestión de la representación** se dan tres tipos de procesos:

a) *Procesos de nombrar las entidades relacionadas con la temática.* En este grupo se incluyen todos los procesos de decir o nombrar los componentes del sistema, los cambios, las causas relacionadas con el contenido temático.

b) *Procesos relacionados con la gestión de la representación o explicación.* Se incluyen en este grupo todos aquellos procesos dirigidos a que el contenido científico que se trabaja en la clase sea accesible al alumnado y le permita elaborar un diagrama significativo sobre el ciclo del agua.

También se incluyen en este apartado los procesos que comunican las intenciones de la profesora con relación a cómo organizará su exposición del tema o las acciones que propone a los alumnos para que vayan avanzando en la temática planteada. Se considera que estos tipos de procesos son interesantes porque muestran las decisiones que la profesora va tomando a lo largo de la clase. Cuando nos referimos a estos aspectos, utilizamos el término *narrativa del profesor*, considerada como el dispositivo de enseñanza mediante el cual las ideas científicas son introducidas y exploradas en el aula (Mortimer y Scott, 2000).

c) *Procesos mentales.* En esta categoría se incluyen los siguientes tipos de procesos:

– Procesos que manifiestan actitudes o sensaciones de la profesora, tales como mostrar acuerdo, desacuerdo, duda.

– Procesos que promueven la actividad mental de los alumnos, tales como pensar, saber, preguntar, los cuales invitan a la conexión entre lo que se habla en la clase y las experiencias cotidianas o vivenciales de los alumnos: evocaciones, usos de analogías, planteamiento de preguntas interpretativas del tipo «¿cómo es que?»...

– Procesos que promueven la creación de entidades mentales del tipo «es una pregunta», «es una explicación», «es una respuesta».

Análisis de los datos

Se han analizado los segmentos para identificar las funciones de cada modo comunicativo en cada uno de ellos y definir las relaciones entre los mismos. Se analizó a continuación la actividad comunicativa completa, en su conjunto, para identificar relaciones entre los segmentos.

Análisis de cada segmento

Se empezó por analizar cada segmento y cada modo comunicativo. Se clasificó cada verbo (en el caso del habla), cada gesto significativo, cada elemento gráfico y cada palabra escrita en la pizarra en función del espacio semiótico al que corresponde y al proceso al cual da significado. Esta información se recoge en tablas (Cuadro IV) que muestran cuál es la contribución en frecuencia absoluta y en porcentaje de un determinado modo comunicativo a cada espacio semiótico y a cada tipo de proceso, según las seis categorías del cuadro III.

Cuadro III
Los tres espacios semióticos definidos y los procesos que les dan significado.

Espacio semiótico	Procesos
Espacio temático	Procesos relacionados con las propiedades y características del agua y su circulación Procesos relacionados con cambios sufridos o provocados por el agua o por los agentes causales
Espacio de gestión del aula	Procesos relacionados con la gestión del aula
Espacio de la representación	Procesos de nombrar las entidades relacionadas con la temática Procesos relacionados con la gestión de la representación o explicación Procesos mentales

Cuadro IV
Tipos de procesos y su frecuencia en el gesto de la profesora en el segmento 4.

Espacio semiótico	Tipo de proceso	Verbos asignados	Frecuencia	Total	% Procesos	% Espacio semiótico
Espacio temático	Procesos relacionados con las propiedades y las características del agua y su circulación	Junta las manos por las puntas de los dedos formando una esfera (salir mucha agua)	1	1	2%	24%
	Procesos relacionados con los cambios sufridos o provocados por el agua o agentes causales	Mueve la mano derecha abierta en sentido descendente (infiltrar) Sigue con el dedo el recorrido del río hasta el mar (circular) Hace gestos descendentes desde las nubes hacia la superficie (llover)	7 2 2	11	22%	
Espacio de gestión del aula	Procesos relacionados con la gestión del aula	Estira el dedo índice en dirección a un alumno (di) Se acerca el dedo índice verticalmente a la boca (callad) Mueve lentamente las dos manos abiertas mostrando las palmas hacia delante (espera)	4 1 1	6	12%	12%
Espacio de la representación	Procesos de nombrar entidades relacionadas con la temática					64%
	Procesos relacionados con la gestión de la representación	Señala un lugar concreto del dibujo (poner) Señala el dibujo (localizar)	19 9	28	56%	
	Procesos mentales	Mueve la cabeza de arriba a abajo (asentir) Mueve los hombros (es fácil)	3 1	4	8%	
	Total			50	100%	100%

Definición de las funciones principales de cada modo comunicativo en cada segmento

Se definieron las funciones principales que realiza cada modo comunicativo en el segmento analizado a partir de los datos de las tablas y de la información recogida en los relatos de las sesiones. Las funciones principales se determinaron a partir de las frecuencias relativas más altas o de la relevancia en relación con el espacio temático. El cuadro V muestra las funciones definidas para los distintos modos semióticos en el segmento 4.

Definición de las relaciones entre los modos comunicativos que intervienen en un mismo segmento

Esta parte del análisis está inspirada en el trabajo realizado por Kress y otros (1998). En nuestra investigación proponemos hablar de dos tipos de relación entre los modos semióticos: de **cooperación** y de **especialización**.

Mediante una gráfica (Fig. 3) en la que se representó la frecuencia absoluta de cada modo en cada tipo de proceso se identificaron las relaciones entre los modos comunicativos, poniéndose así de manifiesto la contribución de cada modo a cada una de las categorías.

Cuando en un determinado proceso participa más de un modo comunicativo, se interpreta, a partir de las funciones que realiza cada modo, qué tipo de relación se establece entre los diferentes modos (relación de cooperación o de especialización).

Se consideró que la relación es de cooperación cuando los modos comunicativos que contribuyen a dar significado a un mismo tipo de proceso en su espacio semiótico realizan unas mismas funciones. Por ejemplo, en el segmento 4 se observa que sólo dos modos, el habla y el gesto, participan en los procesos relacionados con la gestión del aula y se considera que la relación es de

cooperación, puesto que los dos modos comunican el mismo significado o hacen la misma función (por ejemplo, cuando la profesora dice: «Di, Jordi» y hace el gesto correspondiente, estirando el dedo índice en dirección al alumno).

Se consideró que la relación es de especialización cuando los modos semióticos que contribuyen a dar significado a un mismo proceso realizan funciones distintas. Por ejemplo, en el segmento 4 se observa que el habla y el modo visual son los dos modos comunicativos que dan significado a los procesos relacionados con las propiedades y las características del agua y en su circulación. La profesora dio a los alumnos un diagrama que presenta el escenario en el cual se desarrolla el ciclo del agua y muestra las relaciones entre las partes (algunos lugares donde se encuentra agua en la naturaleza) y el todo (la circulación general del agua en la naturaleza). Con el habla, la profesora identificó los almacenes de agua y les asignó propiedades, mientras que el diagrama mostró las relaciones espaciales entre los distintos almacenes de agua. Se consideró que las funciones de estos dos modos fueron diferentes y que, por lo tanto, la relación entre ambos es de especialización.

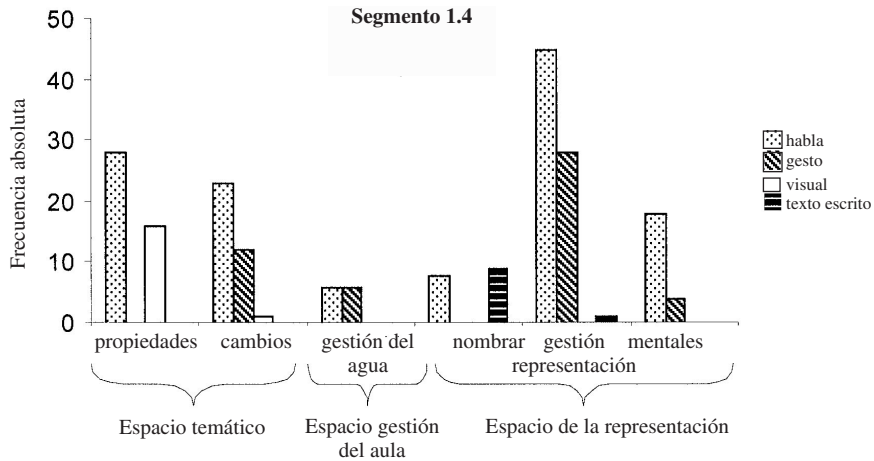
Una vez definidas las relaciones existentes entre los distintos modos comunicativos, se pasó a identificar el modo comunicativo focal (Kress et al., 1998). Se considera que el modo comunicativo focal es aquél que centra la actividad comunicativa porque es el que aporta más información o es el más representativo en relación con el contenido temático. Suele coincidir con el modo con el que se inicia el segmento desde el punto de vista temático y el que vehicula la actividad comunicativa. Cuando un modo semiótico es definido como focal, los otros modos pasan a ser subsidiarios en tanto se dan en función del focal.

Finalmente, se analizaron los segmentos para identificar posibles cambios en el modo comunicativo focal.

Cuadro V
Funciones de los diferentes modos semióticos en el segmento 4.

Habla de la profesora	Gesto de la profesora	Lenguaje visual	Texto escrito en la pizarra
Identificar los almacenes de agua y algunas de sus propiedades Proponer la representación de las diferentes localizaciones de los almacenes de agua Gestionar el funcionamiento del aula	Dar dirección y sentido a los procesos dinámicos Localizar en el diagrama e indicar dónde representar los almacenes Gestionar el funcionamiento del aula	Relaciones espaciales entre las partes y el todo Visualizar y explicar procesos	Nombrar los almacenes identificados Mostrar las localizaciones consensuadas

Figura 3
Gráfica que muestra la contribución de cada modo semiótico a cada proceso y espacio semiótico en un segmento determinado (segmento 4)



Análisis de la actividad comunicativa en su conjunto

Una vez realizado el análisis de cada segmento se realizó un análisis global de las sesiones y se pudieron definir las funciones principales de cada modo y su contribución cooperativa o especializada en la construcción de significados sobre el ciclo del agua. Con ello se pudo determinar la arquitectura comunicativa (Kress et al., 1998) de las sesiones y mostrar la evolución del modo comunicativo focal a lo largo del discurso de la profesora.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación que se consideran más relevantes se refieren a tres aspectos: la contribución de cada modo semiótico en el discurso de la profesora, las funciones comunicativas que realiza cada modo y las relaciones que se establecen entre los mismos a lo largo de la actividad comunicativa.

Contribución de cada modo semiótico en el discurso de la profesora

Hemos encontrado diferencias notables en la contribución de los distintos modos semióticos en la actividad comunicativa. Reunimos los resultados en el cuadro VI para obtener una visión de conjunto.

Una lectura por columnas de la tabla muestra la contribución cuantitativa de cada modo semiótico en la actividad de modelización del ciclo del agua. Se observa que el *habla* es el modo semiótico con la frecuencia absoluta más alta (988) y es el único modo semiótico que da significado a todos los espacios semióticos y procesos. El *gesto* es el segundo modo comunicativo en frecuencia absoluta (291). Participa en todos los procesos menos en los de nombrar las entidades que intervienen en el ciclo

del agua. El potencial propio o la naturaleza del gesto lo hacen, en este contexto, un modo poco apto para nombrar. El *texto escrito en la pizarra* ocupa la tercera posición (91). No comunica significado a todos los espacios semióticos y procesos, sino que su papel comunicativo, en este contexto, está limitado al espacio semiótico de la representación y destaca en el proceso de nombrar (70). El *lenguaje visual* es el modo comunicativo con menor frecuencia absoluta (72) y su contribución es prácticamente exclusiva en el espacio semiótico temático.

Una consideración que puede plantearse a partir de estos resultados es que la distribución y la contribución de los modos a la comunicación están claramente ligadas al contexto y que los potenciales o las limitaciones de cada modo se superan cuando el contexto comunicativo lo requiere; por ejemplo, en otros contextos, como sería una clase con algún alumno sordomudo, con el gesto, a través del lenguaje de signos se podría «nombrar».

Una lectura horizontal del cuadro VI permite mostrar otros aspectos.

El mayor número de procesos hace referencia al **espacio de la representación** (773), seguido del **espacio temático** (513) y del **espacio de gestión del aula** (156).

En el **ámbito temático** son tres los modos comunicativos que intervienen: el habla, el gesto y el lenguaje visual. Destaca el habla tanto en relación con los procesos relacionados con propiedades (156) como en los procesos relacionados con cambios sufridos o provocados por el agua (212). El gesto se usa poco para comunicar propiedades y características del agua, pero tiene una gran incidencia en la comunicación de procesos relacionados con los cambios que se producen en la circulación del agua en la naturaleza (70). El lenguaje visual se utiliza claramente para representar procesos relacionados con las propiedades (33), sobretudo localizaciones del agua en la naturaleza, y también para comunicar los cambios producidos o provocados por

el agua o los agentes causales (37). También se observa que las intervenciones relacionadas con procesos relacionados con cambios (319) son mayores que las que van dirigidas a establecer propiedades y características del agua y su circulación (194) destacando de esta manera el carácter dinámico de la circulación del agua en la naturaleza.

La **gestión del aula** se realiza a través de dos modos comunicativos: el gesto y el habla. El gesto es ligeramente más frecuente, ya que en determinadas ocasiones la profesora gestiona la participación de los alumnos exclusivamente con el gesto (por ejemplo, indicando quien debe intervenir).

En el **espacio de la representación** participan todos los modos, aunque en determinados aspectos hay modos que no intervienen. Los dos modos que participan en los procesos de nombrar son el habla (87) y el texto escrito en la pizarra (70). Con el habla se da nombre a las entidades y, a menudo de manera simultánea, se escribe en la pizarra. La gestión de la representación, apartado en el que se observa la mayor frecuencia absoluta de procesos, se hace fundamentalmente a través del habla (276) y del gesto (103). Esta frecuencia tan alta no sorprende si recordamos que en este apartado se recogen todos aquellos procesos que van dirigidos a que el ciclo del agua sea accesible al alumnado. En los procesos mentales, participan de nuevo los cuatro modos comunicativos analizados.

Una vez analizada la contribución, en frecuencia absoluta, de cada modo semiótico en el discurso de la profesora pasamos a mostrar las funciones comunicativas que realizan cada uno de ellos y que contribuyen a una mejor comunicación.

Funciones comunicativas que realiza cada modo semiótico en el discurso de la profesora

El análisis mostró la gran variedad de funciones comunicativas que realizan los distintos modos comunicativos. Consideremos que esta variedad es debida a los potenciales diferentes de comunicación y representación de cada modo y que esto promueve su uso especializado; pero, sin duda, la elección no responde solamente a la «naturaleza» del modo comunicativo sino que se corresponde con cambios sociales, culturales y con una determinada «retórica» al plantear el discurso en el aula.

Un ejemplo

Como ejemplo, el cuadro VIII muestra de manera sintética las funciones de tres modos, el habla, el gesto y el lenguaje visual, que contribuyen a la comunicación de la temática de la circulación del agua en la naturaleza.

Cuadro VI
Tabla comparativa de la contribución de cada modo comunicativo a cada uno de los espacios semióticos y procesos.

	Tipo de proceso	Habla	Gesto	Lenguaje visual	Texto escrito en la pizarra	Total	Total espacio semiótico
Espacio temático	Procesos relacionados con las propiedades y características del agua y su circulación	156	5	33	0	194	513
	Procesos relacionados con los cambios sufridos o provocados por el agua o agentes causales	212	70	37	0	319	
Espacio de gestión del aula	Procesos relacionados con la gestión del aula	75	81	0	0	156	156
Espacio de la representación	Procesos de nombrar	87	0	0	70	157	773
	Procesos relacionados con la gestión de la representación	276	103	1	12	392	
	Procesos mentales	182	32	1	9	224	
	Total	988	291	72	91	1.442	1.442

Cuadro VII
 Funciones que realizan el habla, el gesto y el lenguaje visual en relación con la temática de la circulación del agua en la naturaleza.

Modo semiótico	Funciones comunicativas
Habla	Introducir nuevos aspectos temáticos Presentar y nombrar el ciclo del agua Identificar localizaciones del agua, propiedades, recorridos cíclicos, cambios, causas de los cambios Evidenciar que se producen cambios en la circulación del agua en la naturaleza Plantear preguntas temáticas Relacionar cada cambio con el agente causal que lo provoca Responder preguntas verdaderas
Gesto	Localizar entidades en la naturaleza Comunicar propiedades de la circulación del agua en la naturaleza Describir movimientos del agua en la naturaleza Dar dirección y sentido a los procesos dinámicos Dinamizar procesos Visualizar el efecto de determinadas interacciones
Lenguaje visual	Presentar un escenario y localizaciones del agua Proporcionar un símbolo para representar los cambios en el ciclo del agua Dibujar el carácter cíclico de la circulación del agua en la naturaleza Incorporar localizaciones del agua en la naturaleza Visualizar procesos dinámicos en la circulación del agua Ejemplificar la variedad de relaciones y la diversidad de recorridos interconectados del agua en la naturaleza Ubicar los cambios que se producen en la circulación del agua en la naturaleza

Con el **habla**, la profesora introduce aspectos temáticos, presenta y nombra el ciclo del agua, identifica las localizaciones de agua en la naturaleza, las propiedades del agua y su circulación, destaca el recorrido cíclico del agua en la naturaleza, evidencia que se producen cambios, se identifican y se relacionan, en algunos casos, con sus agentes causales. La profesora a través del habla plantea preguntas temáticas a los alumnos y contesta las preguntas que ellos le formulan

En los procesos relacionados con cambios sufridos o provocados por el agua, el análisis del habla de la profesora ha evidenciado la poca presencia de verbos específicos de la temática: evaporar, condensar... mientras que verbos como «pasar» e «ir» son muy frecuentes y adquieren, en la clase, muchos significados distintos.

En relación con las funciones del **gesto** se observa que éste es usado por la profesora para localizar entidades en la naturaleza, por ejemplo, cuando menciona los pozos o los acuíferos, señala hacia abajo verticalmente. También con el gesto comunica de manera específica aquellas propiedades de la circulación del agua en la naturaleza relacionadas con su carácter cíclico como, por ejemplo, en el segmento 3, cuando la profesora, al referirse al ciclo del agua, hace un gesto emblemático, «un círculo». También utiliza el gesto para describir movimientos del agua, para darles dirección y sentido y para dinamizar diferentes procesos, como la precipitación, la infiltración, la circulación superficial; y para marcar la relación espacial entre las entidades, comunicando, por tanto, el comportamiento de

algunas entidades que no se explicitan con el habla o con otros modos comunicativos. Además, la profesora muestra, con el gesto, los efectos de determinadas interacciones; así, al hablar de la gravedad, el gesto de la profesora marca claramente el sentido hacia abajo y su efecto (las cosas se caen), no dando por evidente y ya conocido por todos cuál es el sentido de esta fuerza.

En relación con el **lenguaje visual**, se observa que el diagrama que la profesora da a los alumnos ofrece un escenario sobre qué pensar y en el cual se deben localizar, añadir e identificar las principales entidades que intervienen en el ciclo del agua. El diagrama es utilizado, inicialmente, para constatar *lo que vemos*: que hay agua en la naturaleza.

Asimismo, el diagrama permite representar los cambios, dándoles dinamismo y situación en el espacio. Para comunicar este tipo de información, la profesora y la comunidad científica, en general, usan flechas. Cuando se incorporan las flechas al diagrama éste pasa a mostrar *lo que sabemos* sobre la circulación del agua en la naturaleza. La profesora utiliza flechas distintas que confieren significados diferentes a los cambios que representan.

El lenguaje visual permite dibujar el carácter cíclico de la circulación del agua en la naturaleza. También permite mostrar relaciones espaciales de las partes con el todo, así como interacciones más complejas como pueden ser los múltiples recorridos interconectados en la circulación del agua en la naturaleza.

A la luz de estos resultados se puede concluir que en el espacio temático los tres modos semióticos, el habla, el gesto y el lenguaje visual, realizan unas funciones que, en general, son específicas de cada modo: el habla introduce o identifica las entidades, el gesto las localiza, el lenguaje visual les da sentido en el espacio y las dinamiza. El diagrama muestra un escenario donde es posible mostrar espacialmente estas entidades y las relaciones entre las mismas.

En resumen

A la vista de los resultados obtenidos al analizar toda la actividad comunicativa se puede concluir que las funciones principales que realizan los modos semióticos analizados son:

- *El habla:* a) introduce aspectos temáticos en relación con la circulación del agua en la naturaleza; b) identifica, nombra y localiza diferentes entidades y sus propiedades; c) establece relaciones causales; d) organiza el proceso de modelización; e) regula la construcción de significados por parte del alumno; f) plantea y responde preguntas.
- *El gesto:* a) describe el movimiento, la dirección, el sentido y la intensidad de determinados procesos que se dan en la circulación del agua en la naturaleza; b) confiere comportamiento a las entidades; c) marca relaciones espaciales entre las entidades; d) visualiza el efecto de determinadas interacciones; e) da indicios.
- *El lenguaje visual:* a) presenta un escenario sobre el que pensar y hacer; b) proporciona un símbolo para representar cambios; c) visualiza relaciones y propiedades de las entidades; d) muestra el carácter cíclico de la circulación del agua en la naturaleza; e) organiza el espacio para poder hacer una clasificación.
- *El texto escrito en la pizarra:* a) muestra los aspectos consensuados por toda la clase; b) sirve de soporte para ir construyendo la representación conjunta.

Relaciones que se establecen entre los modos comunicativos a lo largo de la actividad comunicativa

A continuación, se presentan los resultados que hacen referencia a cómo es la relación entre los modos semióticos y cómo va variando a lo largo de la actividad comunicativa.

El cuadro VIII muestra los modos comunicativos que intervienen en cada segmento en la comunicación de un determinado tipo de proceso. Las distintas tramas en los recuadros indican cómo es la relación entre los mismos, que puede ser de especialización (trama más oscura) o de cooperación (trama más clara). En las situaciones en que hay un solo modo, el recuadro es blanco. También, en la primera columna, debajo del nombre del segmento, se indica cuál es el modo comunicativo focal del segmento.

La observación de la tabla muestra que la relación entre los modos comunicativos, en el espacio temático, es siempre especializada. Se manifiesta así la importancia de la información aportada por cada modo.

En el espacio de gestión del aula hay una cooperación total entre el habla y el gesto.

En el espacio de la representación, la relación entre los modos es fundamentalmente de cooperación. Sin embargo, se constatan unas funciones especializadas del habla en relación con la regulación del aprendizaje.

En los procesos de «nombrar» participan el habla y el texto escrito en la pizarra. La relación entre los dos modos, que inicialmente es cooperativa –considerando que de manera casi simultánea, la profesora dice y escribe el nombre de la entidad que se trata–, pasa a ser especializada. La potencialidad del texto escrito permite emerger una nueva función que es la de comunicar o reflejar aquello que se ha dicho y que se considera importante. Esta nueva función del texto escrito hace que cambie la relación entre los dos modos semióticos.

La relación entre los modos semióticos en los procesos mentales es cooperativa, con la excepción del segmento 4, donde la relación entre el habla y el texto escrito es especializada. Mientras las preguntas que plantean los alumnos son sólo habladas, pueden ser matizadas, corregidas o incluso desestimadas; pero, cuando la pregunta es escrita en la pizarra, pasa a ser una pregunta que se formula toda la clase. El cambio de modo, del habla al texto escrito en la pizarra, implica un cambio en la categoría de la pregunta. Por este motivo se considera que la relación entre los dos modos es especializada.

A partir de estos resultados se puede llegar a la siguiente formulación de conclusiones:

- De los tres espacios analizados, temático, gestión del aula y de la representación, es en el primero donde se observa una clara relación especializada entre los modos comunicativos.
- La relación especializada entre los modos semióticos específica la información y la hace más precisa. Siendo las funciones del habla, el gesto y el lenguaje visual distintas, es necesaria la contribución especializada de todos ellos para obtener una mejor construcción del significado (o representación del fenómeno). El análisis muestra que los cambios que se producen en el ciclo del agua se identifican con el habla, con el gesto se les da una orientación en el espacio, un ritmo, una intensidad; y la representación a través de una flecha permite ubicarlos en un lugar concreto y mostrar las relaciones espaciales con otros cambios.

– La relación especializada entre los modos permite comunicar muchos significados con el uso de pocos verbos. Tal como se ha comentado anteriormente, el análisis muestra que la profesora utiliza pocos verbos específicos de la temática; en cambio, son muy frecuentes verbos como *ir* o *pasar*, que comunican significados precisos con la colaboración del gesto y el lenguaje visual. Por ejemplo, el verbo *pasar* acompañado de un gesto ascendente desde el mar hasta la atmósfera comunica un significado distinto («evaporar») del mismo verbo *pasar* acompañado de un gesto descendente desde la nube hasta el suelo («precipitar»). Lo mismo pasa con los gestos o signos gráficos. Así, se constata que muchos conceptos

científicos adquieren significado con la colaboración especializada entre los distintos modos, pero implicando la presencia de la profesora.

– Determinados aspectos del modelo son comunicados de manera especializada por el gesto o el lenguaje visual sin la intervención del habla.

– La relación cooperativa es la que predomina en la gestión del aula y en el espacio de la representación. La relación cooperativa entre los modos semióticos da énfasis y destaca la importancia de lo que se está comunicando. Al comunicar una misma información con más de un modo semiótico, estamos facilitando a los alumnos la interpretación de lo que se comunica.

Cuadro VIII
Relaciones entre los distintos modos comunicativos que intervienen en los mismos segmentos y procesos.

Segmento	Espacio temático		Espacio de gestión del aula	Espacio de la representación		
	Procesos relacionados con propiedades y características del agua y su circulación	Procesos relacionados con cambios sufridos y/o provocados por el agua o agentes causales	Procesos de gestión del aula	Procesos de nombrar	Procesos de gestión de la representación	Procesos mentales
S1 visual	visual	visual / habla	habla / gesto	habla	habla	habla / visual
S2 habla	habla / gesto	habla / gesto	habla / gesto	habla	habla / texto escrito	habla / gesto
						habla / texto escrito
S3 habla	habla / gesto / visual	habla / gesto	habla / gesto	habla	habla / gesto / texto escrito	habla / gesto
S4 lenguaje visual	visual / habla	visual / habla / gesto	habla / gesto	habla / texto escrito	habla / gesto	habla / gesto
				habla / texto escrito		
S5 lenguaje visual / texto escrito	visual / habla	visual / habla / gesto	habla / gesto	habla / texto escrito	habla / gesto	habla / gesto
				habla / texto escrito		
S6 texto escrito / lenguaje visual	habla	habla / gesto	habla / gesto		habla / gesto	habla / gesto
					habla	
S7 gesto / visual	habla / gesto	habla / gesto / visual	habla / gesto	habla / texto escrito	habla / gesto	habla / gesto
S8 lenguaje visual	habla	habla / gesto / visual	habla / gesto	habla / texto escrito	habla / gesto	habla / gesto
S9 lenguaje visual	habla / visual	habla / gesto / visual	habla / gesto	texto escrito	habla / gesto	habla / gesto
					habla	
S10 lenguaje visual	habla / visual	habla / gesto / visual	habla / gesto	habla / texto escrito	habla / gesto	habla / gesto
S11 habla	habla	habla / gesto	habla / gesto	habla / texto escrito	habla / gesto / visual / texto escrito	habla / gesto / texto escrito

Arquitectura comunicativa

Los cambios entre los modos comunicativos focales a lo largo de la actividad comunicativa determinan lo que hemos llamado *arquitectura comunicativa* (Kress et al., 1998) y facilita una evolución hacia una representación cada vez más abstracta de la realidad, como veremos a continuación.

Recordemos que estas dos sesiones se inician con la observación de un dibujo (S1) que presenta un aspecto del mundo sobre el que nos podemos plantear una serie de preguntas expresadas a través del habla (S2). A continuación, la profesora propone la explicación de estas preguntas a través de un modelo del ciclo del agua, al cual da nombre y propone cómo se debe construir: primero será necesario identificar los componentes materiales (lugares o almacenes) para pasar, a continuación, a identificar los componentes dinámicos o cambios y procesos que intervienen y, por último, identificar el funcionamiento; el modo semiótico focal en este segmento es el habla (S3). A partir de este momento, el modo visual es, prácticamente de manera fundamental, el modo focal, siendo substituido en el segmento 7 por el gesto. El gesto es convertido a continuación en una flecha, hecho que aumenta el grado de abstracción de lo que se está comunicando.

Las representaciones visuales que se van haciendo a lo largo de las dos sesiones muestran un grado de abstracción cada vez mayor, siendo la última representación la más abstracta. En ella las entidades representadas son palabras, ya sin ninguna disposición espacial similar a la que se da en la naturaleza: lo que se quiere destacar es la circulación cíclica y la conservación del agua en la naturaleza. A lo largo de estas dos sesiones se pasa de una «descripción de lo que se ve» a una «interpretación del funcionamiento de la naturaleza» desde el punto de vista del conocimiento actual. El cuadro IX muestra estas transiciones entre los modos comunicativos focales determinando la arquitectura comunicativa de las dos sesiones que se han analizado.

Definir la arquitectura comunicativa del discurso de la profesora ha permitido mostrar un ritmo en la representación que va del «mundo» hacia un «modelo del mundo». Es importante que esta representación se haga gradualmente y colectivamente, para así identificar y reconstruir los cambios de la naturaleza en el diagrama; sólo, de esta forma, el diagrama llegará a ser significativo para el alumnado.

Creemos que esta arquitectura comunicativa no es fija, sino que probablemente dependerá de la temática, de las características culturales y de la intención comunicativa de la profesora.

El significado surgirá del ritmo y la armonización entre los modos semióticos. El símil con una orquesta nos parece adecuado para referirnos al desarrollo del discurso en el aula. Éste, al igual que la música, tiene un ritmo, una melodía, una armonía, de la cual emerge el significado.

SUGERENCIAS PARA EL TRABAJO EN EL AULA

La investigación realizada ha permitido llegar a unos resultados que contribuyen a mejorar la comprensión de cómo se desarrolla un proceso de modelización en relación con el ciclo del agua teniendo en cuenta los distintos modos comunicativos que intervienen.

Desde esta perspectiva multimodal se pueden hacer algunas sugerencias:

- Destacar la necesidad de ser conscientes y de usar de manera cada vez más competente todos los modos comunicativos que intervienen en el aula. Esto supondría formarse y mejorar la capacidad personal de uso de los diferentes modos comunicativos. De la misma manera que en los últimos años ha aumentado la conciencia de la importancia del lenguaje en las clases de ciencias, será necesario ahora profundizar en las posibilidades de los otros modos comunicativos.

- Aplicar los resultados de las funciones que realizan los distintos modos comunicativos para elaborar y disponer de unos materiales didácticos cada vez más facilitadores del aprendizaje.

- Utilizar a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje los distintos modos de comunicación. A partir de la consideración que los distintos modos comunicativos permiten destacar distintos aspectos de la realidad y de los modelos científicos, será necesario promover que los alumnos hablen, escriban, dibujen, interactúen con objetos y materiales, con la pretensión de que, así, los alumnos lleguen a hacerse mejores representaciones del mundo.

Cuadro IX
Arquitectura comunicativa de la actividad analizada.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
Habla											
Gesto											
Lenguaje visual											
Texto escrito en la pizarra											

Finalmente, viendo la gran cantidad de significados que puede comunicar una profesora sólo con su presencia e interacción en el aula, nos parece fundamental reivindicar la presencia «no virtual» de los profesores, en un tiempo en que los ordenadores cada vez saben más cosas y en el que

se va hacia una virtualización de la enseñanza. Los muchos significados potenciales de una palabra, un gesto, una línea configuran el contenido científico a través de la profesora, que los une de tal manera que comunican un significado concreto y preciso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACH, J., BRUSI, D. y DOMINGO, M. (1988). Reflexiones en torno a la didáctica de los procesos geológicos. *Henares, Revista de Geología*.
- BARTHES, R. (1983). *The fashion system*. Nueva York: Hill and Wang.
- BERNSTEIN, B. (1977). *Class, Codes and Control*, Vol. 3. Londres: Routledge and Kegan Paul.
- BERNSTEIN, B. (1990). *The Structuring of Pedagogic Discourse*. Londres: Routledge.
- BERNSTEIN, B. (1996). *Pedagogy, Symbolic Control and Identity: Theory, Research, Critique*. Londres: Taylor y Francis.
- BRITTON, J., BARRS, M. y BURGESS, T. (1979). No, no Jeanette!, *Language in Education*, 1, pp. 23-41. University of Exeter.
- COLL, C. (1998). *Observació i anàlisi de les pràctiques d'educació escolar*. Psicopedagogia. Universitat Oberta de Catalunya.
- COLL, C., COLOMINA, R., ONRUBIA, J. y ROCHERA, M. J. (1992). Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 59-60, pp. 189-232.
- GARCÍA, E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada Editora.
- GIERE, R. (1988) *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press.
- GILBERT, J.K. y BOULTER, C.J. (eds.) (2000). *Developing Models in Science Education*. Kluwer Academic Publishers.
- HALLIDAY, M.A.K. (1978). *Language as Social Semiotic: The Social Interpretation of Language and Meaning*. Londres: Edward Arnold.
- HALLIDAY, M.A.K (1985). *An Introduction to Functional Grammar*. Londres: Edward Arnold.
- HODGE, R. y KRESS, G. (1988). *Social Semiotics*. Cambridge: Polity Press.
- IZQUIERDO, M., ESPINET, M., GARCÍA, M.P., PUJOL, R.M. y SANMARTÍ, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, pp. 79-91.
- KARPLUS, R. (1978). La enseñanza de las ciencias a los alumnos jóvenes. *Perspectivas*, VIII, 1, pp. 49-59.
- KRESS, G. y VAN LEEUWEN, T. (1996). *Reading Images: the grammar of visual design*. Londres: Routledge.
- KRESS, G., OGBORN, J. y MARTINS, I. (1998). A satellite view of language: some lessons from science classrooms. *Language awareness, Special Issue: Metacommunication in Instructional Settings*, 7 (2, 3), pp. 69-89.

- KRESS, G., JEWITT, C., OGBORN, J. y TSATSARELIS, C. (2001). *Multimodal teaching and learning. The rhetorics of the science classroom*. Londres: Continuum.
- LEMKE, J.L. (1992). Intertextuality and educational reseach. *Linguistic and Education*, 4, pp. 257-267.
- LEMKE, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Temas de Educación Paidós. (Ed. orig. en anglès 1993)
- LEMKE, J.L. (1998a). Multiplying meaning. Visual and verbal semiotic in scientific text, en Martin, J.R y Veel, R. (eds.). *Reading Science*, pp. 87-114. Londres: Routledge.
- LEMKE, J.L. (1998b). *Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols, Images and Actions*. <<http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelona.htm>>.
- LOMAS, C. (2001). *El aprendizaje de la comunicación en las aulas*. Barcelona: Paidós
- MÁRQUEZ, C. (2002). «La comunicació multimodal en l'ensenyament del cicle de l'aigua». Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- MORTIMER, E. y SCOTT, P. (2000). Analysing discourse in the science classroom, en Millar, R., Leach, J. y Osborne. J. (eds.). *Improving Science Education. The contribution of reseach*. Buckingham. Philadelphia: Open University Press.
- PREZIOSI, D. (1983). *Minoan architectural design: Formation and signification*. Nueva York: Mouton.
- SUTTON, C. (1996). Beliefs about science amb beliefs about language. *International Journal of Science Education*, 18 (1), pp. 1-18.

[Artículo recibido en febrero de 2003 y aceptado en mayo de 2003]