

## ¿Qué podemos aprender sobre las explicaciones de los profesores partiendo de una perspectiva retórico-argumentativa-comunicativa?

*Marina Castells*

*GRIEC- Universitat de Barcelona      marina.castells@ub.edu*

### **Resumen**

Se introduce, justifica y ejemplifica la aplicación de la Teoría de l' Argumentación (La Nueva Retórica) de Perelman (1958) para el estudio de las explicaciones de los profesores en la clase de ciencias desde un punto de vista argumentativo. Aspectos del modelo de Ogborn et alt. (1996) para la descripción de las explicaciones en las clases de ciencias se sitúan en relación a la Teoría de Perelman y se comenta como dicho modelo nos ayuda en la comprensión, interpretación y posterior aplicación de la Teoría de la Argumentación de Perelman para el estudio de las explicaciones en ciencias. Se ilustra el análisis hecho presentando algunos ejemplos de episodios clases analizados. Finalmente, se resumen algunas implicaciones para la educación científica y la formación del profesorado de ciencias.

### **1. Introducción**

Desde hace unos años ha habido un interés creciente en investigación en Didáctica de las Ciencias por el estudio de las interacciones discursivas en las clases de ciencias (Roth y Lucas, 1997; Mortimer, 1998; Mortimer & Scott, 2003). Estos estudios, y otros en la misma dirección, se separan de los estudios que se orientaban hacia las comprensiones individuales de los estudiantes y se interesan más por las maneras como los significados científicos se elaboran en el contexto de toda una clase. Un renovado interés por la actuación del profesor en las clases de ciencias ha surgido (Ogborn et al., 1996) y la concepción del profesor como mero facilitador de actividades para el aprendizaje, que correspondía al constructivismo personal, cambia a considerarlo como un actor clave en el proceso de construcción de significados científicos que se ve primero a nivel social (Vygotsky, 1978) y después a nivel individual. De acuerdo a esta perspectiva la educación científica se puede considerar como un proceso de construcción de significados que se produce a través de las interacciones profesor-estudiantes, i estudiantes-estudiantes. A estas interacciones se ha de añadir la interacción con el mundo material que la ciencia trata de explicar, y en este sentido, compartimos el esquema de Guidoni (1985, 1990) que enuncia que la cultura científica se construye de acuerdo a la relación entrelazada entre unas experiencias, una manera de pensar y una forma de hablar (o de representar), y por lo tanto, en las explicaciones, experiencia, pensamiento y lenguaje han de estar presentes en un todo interrelacionado y integrado (Ver Figura 1). De acuerdo a estas ideas, la explicación es una actividad de comunicación que se ha de entender en un sentido amplio como una actividad constructora de conocimiento, que exterioriza el pensamiento y ayuda a formarlo.

La explicación en las clases de ciencias ha de verse como multimodal. En efecto, cuando se explica ciencias, hay elementos del lenguaje oral y del escrito –por ejemplo, cuando se escribe en la pizarra -, pero también hay elementos del lenguaje gráfico y de los lenguajes formales matemáticos (Lemke, 1998; Janvier, 1980 a,b). Se utiliza también un lenguaje gestual y, lo que es más peculiar, se explica actuando sobre el mundo físico, haciendo experiencias con los

objetos y seres materiales. Esta característica de explicar "haciendo cosas" con objetos, aparatos, etc. es fundamental y distintiva de la explicación en las clases de ciencias.

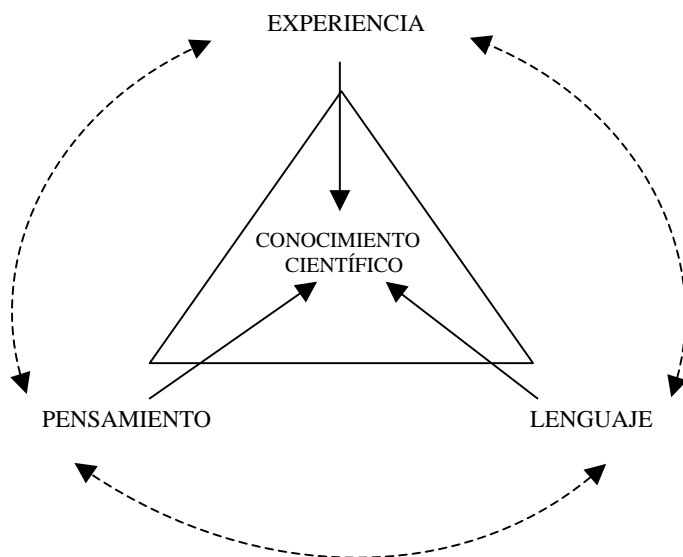


Figura 1: Sistema cognitivo (basado en Guidoni, 1985)

El profesor, que es quien gestiona y mediatiza la construcción de significados científicos en la clase, ha de orientar su actividad a una construcción que esté de acuerdo con la ciencia admitida y que resulte convincente a los estudiantes. Teniendo en cuenta que el alumno llega a las clases con su “manera de ver el mundo” (Figura 2) y con unas formas de argumentar (razonar) que no la contradicen (Figures 3), las explicaciones habrán de adecuarse a las ideas y formas de pensar de los estudiantes.

Existe una corriente de reflexión llamada “Critical thinking” (Ennis, 1987, 1991; Paul et al., 2003) que pretende encontrar formas para desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes y por lo tanto, futuros ciudadanos. Esta línea de pensamiento sugiere, entre otras cosas, que en la enseñanza de las ciencias hay que enseñar a argumentar (razonar) y a juzgar los argumentos de otros (compañeros, textos, p.e.).

## 2. La investigación: propósito, antecedentes y marco teórico

Partiendo de las ideas del apartado 1 nos hemos propuesto una investigación que se orienta a las explicaciones en las clases de ciencias intentando caracterizarlas desde un punto de vista retórico-argumentativo<sup>1</sup> y centrada en el profesor.

Es una investigación que se sitúa dentro de una línea de investigación más amplia que pretende el estudio de la argumentación en diversos tipos de actividades de educación científica (resolución de problemas no formales –de lápiz y papel o experimentales-, individualmente o en grupo, también actividades relacionadas con la lectura de textos de divulgación científica, etc.), dentro de un Proyecto General de Fomento del Pensamiento Crítico<sup>2</sup> en el contexto del aprendizaje científico.

Para dicho propósito hemos visto que un marco teórico retórico-argumentativo puede ser adecuado y nos hemos inclinado por la Teoría de la Argumentación (TA) de Perelman (1958).

<sup>1</sup> En el significado de argumentar presentado en la nota 3 (más adelante).

<sup>2</sup> REMIC Xarxa de referència que tiene el Proyecto de Contribuir al Fomento del Pensamiento Crítico en el contexto de educación científica.

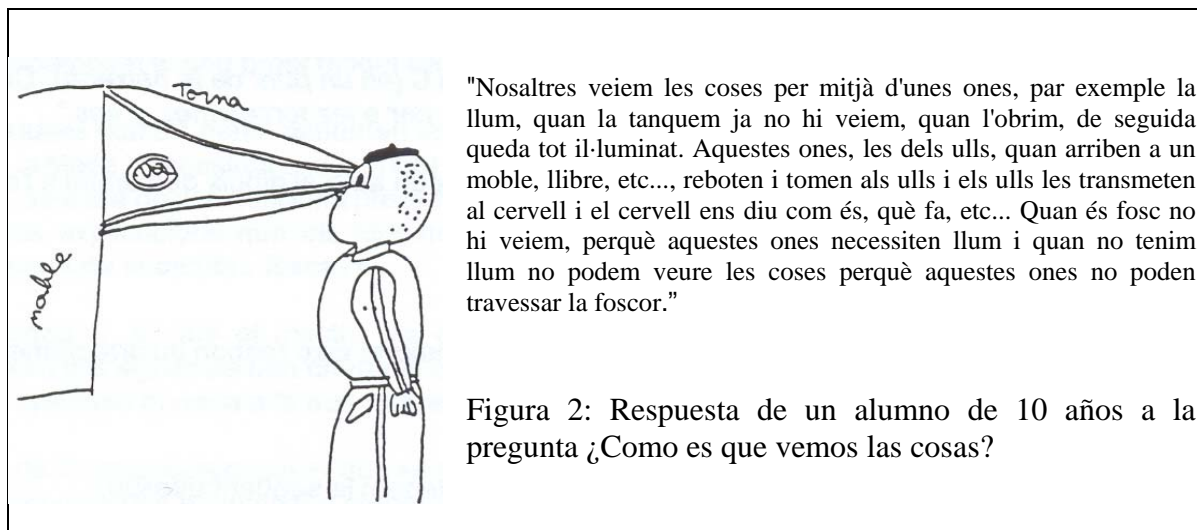


Figura 2: Respuesta de un alumno de 10 años a la pregunta ¿Como es que vemos las cosas?

## 2.1. Antecedentes y justificación del marco teórico

Actualmente es reconocida la importancia de la argumentación en la construcción de los significados científicos, y su estatus como una característica fundamental de la actividad científica (Gross, 1990). La argumentación juega un papel central en la construcción de explicaciones, modelos y teorías (Siegel, H., 1995) ya que los científicos utilizan argumentos para relacionar las tesis que quieren defender con los datos o puntos de partida iniciales. También la retórica tiene un importante papel en el crecimiento del conocimiento científico especialmente cuando los científicos han de comunicar sus ideas o descubrimiento a otros (Pera & Ahea, W.R., 1991). Perspectivas epistemológicas actuales consideran que la ciencia progresa mediante la resolución de problemas (Laudan, 1977) y la toma de decisiones (Giere, 1996), por lo tanto, se acuerdan a una caracterización de la construcción científica como argumentativa y retórica.


Desde otras bases teóricas, la argumentación y la retórica son consideradas como fundamentales en el aprendizaje del conocimiento científico (Khun, 1992, 1993; Kitcher, 1988; Osborne et al., 1991; Erduran, 2005). Numerosos estudios se han orientado al análisis del discurso argumentativo en contextos educativos los últimos 10 años (Kelly et al., 1998; Duschl, 1999; Driver, Newton & Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Simonneaux, L., 2001; Duschl & Osborne, 2002; Erduran et al., 2004). La mayoría de estas investigaciones se ocupan de la argumentación en un contexto de discusión sobre un tema polémico, o sobre un problema que ha de ser resuelto, y muy pocos de estos se orientan al estudio de las argumentaciones de los profesores en sus explicaciones en las clases de ciencias (Castells, 2003).

Resultados de investigaciones sobre explicaciones en las clases de ciencias (Ogborn, Kress, Martins & McGillicuddy, 1996) revelan que en el proceso de construcción o reelaboración de significados científicos el profesor utiliza muchos recursos retórico-argumentativos que tienen más que ver con un razonamiento plausible que no formal, especialmente a niveles educativos no universitarios o con estudiantes que tienen poca base científica.

Estas consideraciones nos sugieren que un marco analítico basado en la retórica y la argumentación será muy adecuado tanto para estudiar las explicaciones de los profesores.

### ¿Qué entendemos por argumentación?

El término argumentación incluye dos significados complementarios: a) un proceso social y de colaboración (o como un proceso individual: una persona puede argumentar con ella misma) necesario para resolver problemas o para avanzar en el conocimiento (Duschl &



El personaje de la figura está sobre una báscula de baño que marca su peso. Quiere que la báscula marque más y para eso coge un palo y aprieta fuerte para abajo, ¿qué marcará la báscula? Dibujad y explicad las fuerzas que intervienen y razonad vuestra respuesta. (Adaptado de Guidoni, 1990)

Discusión entre estudiantes  
 S1: *Cuando dices esto de que tú pones la mano en la balanza, yo pienso que, yo pienso que, claro, ... tienes un momento que tú no estás en la balanza, si tú estás en la balanza y aplicas una fuerza la estás quitando de otro sitio. Es como una balanza de estas con las que se vende de toda la vida. ¿Sabes estas balanzas en las que hay dos partes y en una pones una pesa y el otro lo que pesas? Si tú pones un peso en una, la otra va para arriba, ¿verdad? Si pones el peso en un plato de la balanza, el otro sube, o sea, es lo mismo, nuestro cuerpo creo que es así.*

(ANALOGIA, COMPENSACIÓN)  
 S3: *Yo creo que parte de tu peso está pasando, cuando tu subes en ... en este caso en el palo, está pasando al palo, hace la fuerza, entonces hace que pese...*  
 S4: *Claro, pero la cuestión es si pesa más, esta es la cuestión...*  
 S3: *Sí, pesa más.*  
 S2: *Pero tu no pesas más, yo creo que la balanza no incrementa el peso...*  
 S1: *Yo creo que es así...*  
 S4: *Yo pienso que la, tu fuerza, si el palo está a la vez que tu fuerza, y entonces tu peso se incrementa las veces que haces más de fuerza, entonces la fuerza también aumenta.*  
 (MÁS X ->MÁS Y)

Figura 3: Fragmento del diálogo entre alumnos que han de responder a un problema.

Osborne, 2002) i b) como las técnicas discursivas que inducirán la adhesión de la audiencia a la tesis presentada (Perelman, 1958). Nociones como justificar, razonar y argumentar (en el sentido de debatir) quedarán todas dentro de argumentar, que será la noción más general que engloba las otras. Desde esta perspectiva, tanto podemos hablar de argumentación en la explicación que hace un profesor delante de toda la clase, como en la que presenta un estudiante resolviendo individualmente un problema o un grupo de estudiantes que discuten sobre cómo encontrar la solución a un problema o valoran cuál, entre diversas, puede ser la mejor y por qué; también hablaremos de argumentación de un texto escrito ya que el autor siempre quiere convencer al lector de alguna cosa y por eso utiliza diversas estrategias retóricas y argumentativas para convencerlo. Otras veces en el mismo texto aparecerán diferentes “voces” que participan de diferentes puntos de vista o tesis y que argumentan a favor de estas.

### ¿Por qué la Teoría de la Argumentación de Perelman y Olbrecht-Tyteca?

Necesitamos una teoría para el análisis del discurso que considere:

-Aspectos retóricos (poder de convencimiento) y de argumentación (razonamiento) del discurso

- Que se ocupe de la argumentación entendida como razonamiento plausible.
- Que se ocupe del razonamiento o argumentación común.
- Que incluya razonamiento con uno mismo mientras se reflexiona.

Estas reflexiones nos llevan a pensar que un marco retórico-argumentativo, y especialmente, la TA de Perelman (1958), será apropiado para apreciar el grado de argumentación presente en las explicaciones y la capacidad de convencer que poseen. En su libro, este autor afirma que: “el objetivo de su teoría es el estudio de las técnicas discursivas que inducirán la adhesión de la audiencia a las tesis presentadas” (pág. 34). Este objetivo ya nos la hace una teoría relevante para el análisis de las explicaciones del profesor, pero acaba de convencernos de su utilidad cuando entramos en sus aspectos argumentativos. El autor declara que va a tratar la argumentación plausible, que es la que se hace, según él, de forma mayoritaria (Perelman, 1958), entendiéndose que es la que se presenta en la mayoría de situaciones con las que se encuentra la gente.

### 2.3. La Teoría de la Argumentación de Perelman

Estamos de acuerdo con autores (Saíz, 1999) que consideran esta teoría un marco teórico para el análisis del discurso. La teoría presenta los tres aspectos esenciales de una argumentación plausible y los ve relacionados: premisas, técnicas argumentativas y tesis. Perelman (1958) recoge en su tratado aspectos que tradicionalmente han sido considerados retóricos, pero como lo indica el mismo título de la obra<sup>3</sup>, en esta teoría están integrados con la argumentación. De hecho, estudia todos los aspectos que se utilizan para convencer a la audiencia.

Las **Tesis** son las afirmaciones de las cuales el orador quiere convencer la audiencia mediante su argumentación. Las tesis no siempre tienen un carácter de afirmaciones seguras, sino que pueden ser plausibles, el grado de plausibilidad puede ser diverso. En las clases de ciencias las tesis correspondían mayoritariamente a los contenidos científicos que se quieren enseñar.

**Premisas** son los datos o acuerdos sobre lo cuales la argumentación se construye. En las clases de ciencias serán los acuerdos entre el profesor y los alumnos que aquel utiliza como punto de partida de su explicación. Muchas páginas del libro de Perelman están dedicadas a las premisas y su grado de adaptación a la audiencia y a la argumentación, reflejando la importancia que Perelman les atribuye en todo discurso que quiere convencer. Las premisas o datos siempre incluyen interpretaciones, el orador escoge unas de determinadas y las presenta a la audiencia según estas. La noción de presencia de las premisas o datos es también extensamente comentada en el libro de Perelman y está relacionada con la forma de presentación de estas a la audiencia. Una argumentación convincente se ha de basar en unos acuerdos seguros. Las premisas pueden ser de diversas clases (ver Fig.1).

Del mundo real	Hechos <sup>4</sup> Verdades o teorías Presunciones
De lo que es preferible	Valores Jerarquías de valores Lugares <sup>5</sup>

<sup>3</sup> Perelman (1958) *Traité de l'Argumentation. La Nouvelle Rhétorique*. Bruxelles: Editions de l'Universite de Bruxelles

<sup>4</sup> Hechos son acuerdos universales, no cuestionables que se pueden usar para argumentar. Un argumento gana fuerza convincente si se basa en hechos (Perelman, 1958)

<sup>5</sup> Lugares: Premisas de carácter general que sirven para todas las ciencias y para todo tipo de género discursivo.

Fig. 1- Las premisas

Las **técnicas argumentativas** para Perelman (1958) incluyen los **esquemas** o **estructuras argumentativas** de los argumentos aislados, así como sus **interacciones**, **amplitud de la argumentación** y el **orden de los argumentos**, que relaciona con la fuerza de convencimiento del discurso. Los esquemas argumentativos son las estructuras discursivas que permiten transferir los acuerdos de las premisas a las tesis. En la base de los esquemas argumentativos hay lugares, ya que ‘solo el acuerdo sobre su valor argumentativo puede justificar su aplicación a casos particulares’ (Perelman, 1958, Pág. 299).

Las estructuras argumentativas pueden ser de dos tipos: **Técnicas de asociación o de enlace**, que unen elementos separados en una nueva estructura, o una nueva valoración y **Técnicas de disociación o de separación**: que separan elementos considerados relacionados o formando parte de un todo, cambiando como consecuencia sistemas y nociones.

Cuando se analizan discursos puede haber problemas porque, tal como el mismo Perelman afirma, un mismo argumento puede ser interpretado por más de una técnica argumentativa, es más, cualquier asociación implica una disociación y viceversa, pero la argumentación puede incidir más en un aspecto o en el otro.

Las técnicas de **asociación** pueden ser, de acuerdo a Perelman:

- Argumentos **casi lógicos** o comparables a los razonamientos formales (contradicción y incompatibilidad, identidad parcial o total (definiciones), transitividad, regla de la justicia, relaciones entre el todo y sus partes, relaciones de orden, etc.).
- Argumentos **basados en la estructura de la realidad** (enlaces de sucesión: nexo causal, por el despilfarro, de la dirección, de superación, etc.; enlaces de coexistencia: persona y sus actos (argumento de autoridad), la apelación al grupo, esencia; enlaces simbólicos; manifestación de correlación; doble jerarquía; relativo a diferencias de grado y de orden, etc.)
- Argumentos que **establecen la estructura de la realidad** (ejemplo, ilustración, modelo i antimodelo, analogía y metáfora, etc.).

Las estructuras de **disociación** pueden ser de dos tipos: **ruptura de enlace** (el experimento, cambiando las condiciones, el examen de ciertas variables, etc. pueden romper un enlace) y de **disociación**: a) separar lo que es aparente de lo que es real, lo que es relativo de lo que es absoluto, etc.; b) definiciones disociativas que dan el verdadero significado a una noción que es diferente de la de sentido común.

En los discursos, los diversos argumentos **interaccionan** entre sí, un argumento aislado puede perder mucho de su sentido. A menudo en un discurso podemos distinguir un argumento general con sus premisas, estructura argumentativa y tesis de la cual se quiere convencer fundamentalmente a la audiencia, pero también otros argumentos más específicos con sus tesis. Estos argumentos pueden interactuar por convergencia, sucesión o de otras formas. Estas interacciones pueden incrementar la fuerza convincente del discurso. Perelman también nos habla de la amplitud de la argumentación, cuando nos comenta que es muy útil acumular argumentos porque sus interrelaciones podrán aumentar la fuerza convincente del discurso y además, porque a causa de su diversidad podrán hacer el discurso convincente para audiencias diversas. Incluso, el orden de los argumentos tiene un significado retórico-argumentativo.

Además de estos aspectos, que son tratados con toda profundidad en el libro de Perelman, muchos otros elementos retóricos pueden ser encontrados en este libro que pueden ayudar al análisis argumentativo del discurso y que puedan ser útiles para entender porque un discurso específico convence o falla en convencer a la audiencia.

## 2.4. La perspectiva semiótico-comunicativa d'Ogborn et alt. (1996) y su relación con la Teoría de la Argumentación (Perelman, 1958)

Ogborn, Kress, Martins & McGillicuddy (1996), centrándose en como los profesores de ciencias construyen y presentan explicaciones científicas en sus clases, desarrollan un marco teórico en el cual las explicaciones científicas son descritas como análogas a “historias”, narraciones con una serie de personajes - las entidades científicas -, y el profesor se ocupa de presentar a los estudiantes la forma como estos protagonistas (tales como moléculas, electrones, campos, gérmenes, etc.) intervienen en la historia, como son, etc., en definitiva, el profesor crea y presenta estos personajes y construye una historia científica que interese, aporte cosas que el alumno no sabe y que le resulte creíble y convincente. El proceso de construcción de explicaciones en ciencias está descrito en términos de cuatro elementos fundamentales:

- .creación de diferencias
- .construcción de entidades
- .transformación de conocimiento
- .dotación de significado a la materia

Además, el marco insiste en la variación y estilos de explicación, y en como se dan las dinámicas explicativas en las clases de ciencias. Este último aspecto se valora como muy importante porque las explicaciones toman sentido cuando se enlazan unas con otras. Se trata de un marco descriptivo, no pretende evaluar, sino que nos ofrece una manera de entender qué es una explicación en ciencias, cuando y porqué es necesaria, qué incluye la construcción de una explicación, como la explicación transforma el conocimiento y hasta nos da diferentes estilos de explicación que se pueden encontrar en las clases de ciencias.

No vamos a detallar más sobre esta elaboración teórica ya que se puede encontrar resumida y ilustrada en el libro *Explaining Science* (Ogborn et alt., 1996) muy difundido entre la comunidad de investigadores en didáctica de las ciencias, y entre profesores, solo vamos a presentar algunas reflexiones sobre algunos de los puntos de acuerdo y de diferencia entre el este marco de Ogborn y la TA de Perelman, para pasar a centrarnos en los aspectos principales del marco de Ogborn et alt. (1996) que nos han ayudado en la re-lectura que hacemos de la TA para adaptarla a la Didáctica de las Ciencias.

En primer lugar, podemos constatar que los dos marcos interpretativos son de ámbito muy distinto. También su origen y objetivos lo son, pero ambas son perspectivas que se acuerdan a un acercamiento socio-constructivista a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

La teoría de Perelman (1958) tiene relación con otros enfoques que intentan proporcionar un instrumento para identificar las técnicas discursivas de un discurso, principalmente para poder determinar su capacidad de convencimiento a las tesis presentadas a una determinada audiencia, capacidad que se mira principalmente en base a los elementos argumentativos del discurso. Sus bases teóricas han sido la filosofía antigua (fundamentalmente Aristóteles) y su base empírica principalmente los discursos y discusiones que se han dado en el campo de las leyes, de la política, y también de la propia filosofía, pero se supone que su aplicación no queda restringida a estos campos.

El marco de Ogborn (1996) surge de un intento de unir aportaciones de la semiótica social (Kress, G. & Hodge R., 1988) a la construcción de significados y de otras de análisis del discurso, en especial las que se han llamado de análisis crítico del discurso, con aportaciones de la didáctica de las ciencias. Nos aporta un modelo específico para la descripción de las explicaciones en las clases de ciencias y aunque algunos estudiosos lo han aplicado también a textos de divulgación científica, no es un modelo de campo de aplicación tan amplio como la

TA que pretende ser una teoría para caracterizar cualquier discurso desde un punto de vista argumentativo.

De todas formas, los dos enfoques tienen una cosa en común, y es que sus bases teóricas, la semiótica y análisis del discurso en un caso, y la filosofía (dialéctica i retórica) en el otro, se ocupan principalmente de la construcción y transformación de significados y de su comunicación en términos de intercambio lingüístico entre personas. En los dos modelos la construcción y transformación de conocimiento se ha de hacer de forma convincente a la audiencia y para ello el discurso se ha de adecuar a las ideas y formas de razonar de la audiencia usando, en ambos modelos, diferentes recursos retóricos y/o argumentativos. De todas formas, aunque dentro de la obra de Ogborn et al (1996) podamos encontrar recursos para la transformación de conocimiento que podríamos considerar argumentativos, el autor los mira más desde un punto de vista retórico-comunicativo, no habla explícitamente de argumentación, su objetivo no parece ser la argumentación usada en las clases.

Sabemos que la ciencia tiene una especificidad muy importante, y es que se ocupa de significados que no pueden ser cualesquiera sino que han de acordarse al mundo material y que se construyen no solo por interacción lingüística sino por acciones sobre este mundo. Esta relación con el mundo material se ha incorporado en el modelo de Ogborn, que de esta forma va más allá de las bases teóricas semióticas y discursivas en las que se apoya. En el caso de Perelman, estas acciones sobre o con el mundo material, se incorporan en la re-lectura que hacemos de la teoría i en diversos elementos de la misma. En la elaboración de nuestro marco teórico, hemos podido hacer esta incorporación del “mundo material” a la TA de Perelman porque antes habíamos estudiado y aplicado el modelo de Ogborn et al. (1996). Especialmente útiles para nuestra adaptación y aplicación de la TA a la didáctica de las ciencias han sido los aspectos de creación y transformación de entidades y el aspecto que tiene más relación directa con el mundo material: ‘Dotar de significado (científico) a la materia’ y que nos parece fundamental para el estudio de las clases de ciencias. Se atribuyen significados a la materia, es decir, se interpretan los experimentos mediante modelos teóricos, pero al mismo tiempo el experimento, las acciones, validan o legalizan la teoría y la hacen creíble a los estudiantes, y por lo tanto, tienen una función retórico-argumentativa importantísima en la educación científica. Esta manera de ver los experimentos en las clases de ciencias la tenemos presente cuando releemos Perelman para estudiar qué pasa en dichas clases.

La noción de ‘creación de diferencias’ que encontramos en Ogborn et al. (1996) es un concepto especialmente interesante que proviene de una perspectiva comunicativa, pero que no se encuentra en la teoría de Perelman. Sin embargo, hay muchos elementos retóricos en Perelman (1958), como la preparación de la audiencia, la adaptación del discurso a la misma, tanto en la selección y presentación de las premisas, como en la selección y orden de los argumentos, que se ven muy cercanos al concepto de creación de diferencias, o que, como mínimo, están relacionados con esta noción.

A pesar de las confluencias que encontramos entre ambos modelos, no hemos podido integrar totalmente el modelo de Ogborn et al. (1996) en nuestro marco teórico basado en Perelman, pero sí que nos ha permitido ver más fácilmente la utilidad que podía tener la TA para estudiar las explicaciones en las clase de ciencias.

En resumen, la TA de Perelman nos ofrece un modelo mucho más completo para entender lo que pasa en las clases de ciencias y que se puede aplicar a más contextos que el de Ogborn, pero la lectura y aplicación de Ogborn, previa a la de Perelman, nos ha dado una visión de la enseñanza de las ciencias que nos ha ayudado a poder concretar nuestro marco analítico basado en la Teoría de la Argumentación de Perelman.

### 3. Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo de la investigación global a la que se integra la investigación que presentamos es proporcionar nuevos instrumentos para el análisis de la argumentación en las explicaciones del profesor en las clases de ciencias, basadas fundamentalmente en la TA (Perelman, 1958), y caracterizar los componentes argumentativos de estas explicaciones.

Algunas de las preguntas que orientan el estudio son:

- ¿Qué aspectos de la forma del discurso explicativo contribuyen a preparar la audiencia, es decir, los alumnos, y/o a captarla hacia el discurso?
- ¿Qué tipos de argumentos encontramos en las explicaciones en las clases de ciencias? ¿Se adaptan a la audiencia?
- ¿En qué tipos de premisas se basan los argumentos de las explicaciones en las clases de ciencias? ¿Son premisas compartidas por el alumno? ¿Qué recursos usa el profesor para dar presencia a las premisas?
- ¿Qué implicaciones para la formación de los profesores se desprenden de los resultados de nuestro estudio?

### 4. Metodología: recogida de información y análisis

La investigación es básicamente cualitativa, y consta del estudio de las explicaciones de 10 profesores de diversos niveles educativos seleccionados entre un grupo de profesores expertos y considerados como “buenos” profesores. Las explicaciones abarcan una gran variedad de contenidos científicos. Se han grabado las explicaciones intentando no perturbar la marcha de la clase y por eso, se han utilizado dos cámaras fijas en el aula, una enfocada al profesor y otra enfocada a la pizarra. Las grabaciones se han transcrito en una plantilla que recoge tanto la parte verbal como la parte multimodal. Estas explicaciones se han dividido en episodios, y cada episodio sistemáticamente analizado en base a la TA de Perelman.

El criterio para escoger los aspectos de la TA a considerar en nuestros análisis es su relevancia para las clases de ciencias.

#### Análisis

Ante las explicaciones seleccionadas nos podemos plantear preguntas como: ¿En cualquier explicación en clase de ciencias hay argumentación? ¿Los argumentos presentados se apoyan en premisas compartidas por los alumnos? ¿Dentro de la explicación hay creación de entidades y transformación de conocimiento? ¿El mundo material está presente en las clases y como? ¿Qué implicaciones para la formación del profesorado podemos obtener de nuestros resultados que le puedan ayudar en su actividad docente con los estudiantes? Estas preguntas son algunas de las que nos orientan en nuestro análisis. En este artículo la forma de analizar y los resultados serán ilustrados mediante el estudio hecho a algunos fragmentos de las clases seleccionadas.

Para el análisis se han construido unas tablas en las que las filas corresponden a los episodios que analizamos y las columnas a las categorías extraídas del modelo teórico usado.

La forma de analizar será ilustrada mediante el estudio hecho de algunos episodios de una clase de secundaria obligatoria. La clase ha sido escogida por su riqueza argumentativa. Lo haremos presentando la transcripción<sup>6</sup> de la clase y interpretándola a partir de los aspectos

<sup>6</sup> La parte multimodal de la transcripción no es presentada en este artículo por falta de espacio.

seleccionados de la TA, es decir, “miraremos la clase” a través de las “lentes de la TA”. Se ha escogido esta manera de presentar el análisis para que no se pierda el sentido global de los fragmentos de clase escogidos.

#### Ilustración de los análisis hechos

Se trata de una clase de una asignatura que corresponde a un crédito variable 1r ESO (optativa). La clase es sobre la Luz, que es el tema que sigue al tema del sonido. En esta clase la luz es presentada como un fragmento del espectro de las ondas electromagnéticas. Al hacer el análisis se observa que la explicación de una entidad, -como la luz-, pasa antes por la explicación de otra entidad,- la de las ondas electromagnéticas. Y el profesor escoge no empezar directamente por las ondas electromagnéticas sino que antes ha trabajado el sonido y las ondas mecánicas en general.

- Preparación de la audiencia a la explicación que vendrá y dar presencia a entidades<sup>7</sup>.

(1) Pep: ..... *Vinga. Va comencem amb el tema La Llum.*[escribe en la pizarra con letras mayúsculas LA LLUM ]. *A veure, aquí comença un altre apartat, un apartat important, per tant, títol gran eh! i...*

Comienza esta parte de la clase con una figura retórica para captar la atención: destacar de alguna manera lo que vendrá: *Título grande, eh!*. Está ‘preparando la audiencia’ para el discurso.

(2) Pep: ..... *i anem per la feina: La llum. A veure Eh! Ara això és important, o sigui que no ens despistem. Vam veure que les ones poden ser de dos grans tipus: les ones que s'anomenen ones mecàniques, on hi ha alguna mena de material que vibra, per exemple, digueu-me ones mecàniques. Va, Pau.*

En estos fragmentos, el profesor pide la atención de la audiencia destacando la importancia del tema y se ayuda poniendo el título en la pizarra en letra mayúscula al mismo tiempo que dice lentamente lo que escribe: LA LLUM. En términos de Perelman, está dando ‘presencia a la entidad’ que se quiere trabajar - la luz -, que se está haciendo presente en el aula a través de este título en mayúscula y la entonación especial del profesor. Estamos de lleno en un aspecto retórico en la explicación del profesor. Además, el profesor pide directamente a los estudiantes que no aparten su atención a lo que se está haciendo (*Ara això és important, o sigui que no ens despistem*), es otra manera de destacar la importancia del tema, de lo que vendrá, intervención que hace un papel retórico, y que, según Ogborn (1996), correspondería a una forma de ‘creación de diferencias’, parte esencial para que se pueda establecer la comunicación. De acuerdo a Perelman, esto correspondería a la ‘preparación de la audiencia’ para recibir el discurso, no se puede hacer un discurso a un público que no quiere escuchar y estas ganas de escuchar las ha de trabajar el profesor. El profesor para hacer esto, además, se ayuda implicando los alumnos en el discurso de la clase, ‘comunidad con el auditorio’, y en el episodio escogido, se dirige directamente a un alumno concreto: Pau.

(2) Pep: “.....*per exemple, digueu-me ones mecàniques. Va, Pau.*”

Como que en Pau no contesta, le anima haciéndole una pregunta que le da pistas:

(3) Pep: “*Per exemple, les ones del mar són mecàniques?*”

(4) Pau: “*No*”

- Premisas y tesis

<sup>7</sup> No se han traducido los diálogos de la clase para mantenerlos más fieles al sentido del original.

En el fragmento (1) el profesor después de destacar la importancia del tema, presenta una ‘premisa de verdad’ de acuerdo a Perelman, ‘les ones que s’anomenen ones mecánicas, on hi ha alguna mena de material que vibra’, que corresponde a un conocimiento construido en la clase anterior. Es muy común que tesis construidas en una clase se conviertan en premisas de un episodio posterior de la misma clase o de una clase posterior. Esto se da principalmente cuando son premisas de verdad que corresponden a conocimiento científico. De acuerdo a Perelman, una premisa es un acuerdo entre el orador y la audiencia que es usada como punto de partida del argumento, pero el orador, en nuestro caso, el profesor, ha de estar seguro que la premisa realmente lo sea para los estudiantes. En el episodio que presentamos, el profesor intenta saber el grado de acuerdo con la premisa que tiene la clase, y por eso pregunta a los estudiantes: “...*Digueu-me ones mecàniques!...*”. Haciendo esto, la premisa está perdiendo su estatus de premisa y se convierte en una tesis que ha de ser argumentada. Podemos ver esta actuación del profesor como una ‘adaptación del discurso a la audiencia’, aspecto que es considerado necesario en la TA.

➤ La argumentación

Y continúa el episodio con una nueva intervención del profesor como una respuesta a la de Pau.

(5) Pep: “*Síí. Vibra l'aigua. Les ones a l'aigua. El so, les ones, per exemple, a les cordes, la corda d'un piano, d'una guitarra, aquelles zones que hem vist per aquí amb aquelles gomes, això ¿són ones mecàniques? Tu n'has dit d'altres [se refiere a una intervención de otro alumno, pero que no ha quedado bien gravada], ones... cordes, molles; això vol dir, per exemple, tots els instruments de corda, ¿si o no? La guitarra. Aquí hem dit, per exemple, les ones que es produeixen en la vibració de les cordes vocals: la veu, en general el so, la veu que és una part del so. El so es pot produir en molts llocs, pot vibrar una corda, pot vibrar l'aire amb una flauta. A la veu, per exemple, vibren les cordes vocals. Tot aquest tipus d'ones necessiten un medi, és a dir, necessiten que vibri alguna cosa i a més només poden viatjar si hi ha un medi*”.

El profesor inmediatamente escribe en la pizarra: "Només poden viatjar si hi ha un medi". De hecho, en este fragmento, el profesor ilustra esta noción escrita en la pizarra, presentando algunos ejemplos. Y ya podemos considerar que se argumenta. El tipo de argumentación correspondería a una técnica argumentativa que ‘fomenta la estructura de la realidad’, dentro del grupo de ‘técnicas argumentativas por asociación’ (pone en una misma categorías cosas que podrían ser muy diferentes para el alumno: ondas en las cuerdas de un instrumento musical, cuerdas vocales, ondas del mar...). El profesor crea una nueva estructura, la de las ondas mecánicas, es una estructura que no tenía porque estar allí antes. Y acaba el párrafo con una nueva definición de ondas mecánicas que es un poco más general que la primera definición introducida. Es una ‘definición’ de tipo más escolar que contribuye a convencer de la estructura de las ondas mecánicas, o sea, un ‘argumento casi lógico’.

➤ Convencer mediante experimentos

En el párrafo siguiente, el profesor habiéndose dado cuenta, que la segunda parte de la tesis ‘solo pueden viajar si hay un medio’ no tiene porque ser aceptada por los estudiantes en el caso del sonido, pasa a hacer un experimento para hacerla creíble a la clase. Perelman afirma que un discurso (argumentación) ha de permitir inducir o incrementar la adhesión de la audiencia a las tesis presentadas para su aceptación. Con el experimento, el profesor intenta aumentar el grado de adhesión a la premisa inicial (ahora tesis): “en las ondas mecánicas hay algún tipo de material que vibra”.

Podemos revisar este episodio:

(6) Pep: “.....*Si de cas vaig a buscar una cosa, uns trastos, per veure que el so necessita aire per poder viatjar, aire o un altre medi. Espereu-vos un moment que vaig a buscar els trastos aquests.* (Se va a un extremo del laboratorio para coger algunos materiales).

*Bueno, aquí tenim això.*” (Su acción ha creado intriga en los estudiantes, de acuerdo a Perelman, ‘ha preparado el interés de la audiencia’ y los estudiantes intervienen espontáneamente, sin ser preguntados por el profesor esta vez)

(7) Ests: “*¿Què és?*”

(8) Pep: “*Ara ho veureu. [ ] A veure [ ] Es tracta de fer el següent. Aquí tenim aquesta mena de sirena. Ep! Seu bé. Aquesta sirena fa molt de soroll, o sigui que prepareu-vos. [ ] Eh! no feu el tonto mentre em giro. [ ] Bueno, ara... [ ] Això no ho hauria de fer així, però bueno. No per res, però, queda mal tallat, no val la pena. Bueno, ara es tracta de connectar aquí una pila i deixar que això canti.[la sirena suena] Vale! Què? Fa soroll?[ ] Ara, aquí, farem una cosa: en aquest... Això fa soroll perquè vibra aquí una petita membrana. A l'igual que nosaltres tenim les cordes vocals per produir la veu, aquí hi ha una petita membrana que vibra (a).*

Aquí con esta frase (a), el profesor otra vez está ‘reforzando la adhesión a la premisa/tesis’ que ya ahvia argumentado antes, interpretando el hecho de la producción de sonido. Podemos ver aquí un ‘argumento por analogía’ que contribuye a la misma tesis: ‘una onda mecánica necesita un medio material que vibre’. Como que corrientemente hablamos de las cuerdas vocales, esta vibración material es aceptada, y por lo tanto, contribuye a la misma tesis en una forma sumativa de acumulación de ejemplos.

- Presentación e interpretación de hechos experimentales, convencimiento por un lugar común y comunión con el auditorio.

El episodio del experimento sigue de esta forma:

(9).....*Com que tot això vibra hi haig de posar un troç d'espuma perquè no vibri el pot directament. Per tant, ara agafaré això, posaré la pila i taparé... Hosti això, aquest està fotut. Espereu-vos que vaig a buscar... falta aquí una peça. A mira, l'he trobat! Eeh! Què passa, ja juguem amb això? Ara el que farem és veure que si nosaltres treiem l'aire d'aquí, no es pot treure del tot, per tant, això ho sentirem encara una mica, però el so baixa moltíssim. I llavorens deixarem que entri l'aire una altra vegada i a veure què passa.* (suena y deja que siga sonando) *Vale, aquí tenim això cantant a base de bé. Ara el que es tracta és de fer torns i vinga! anar traient l'aire. Això va al revés, o sigui, que no és apretar avall, sinó apretar amunt, s'ha d'aguantar per aquí. Comença tu, vinga! Però amb ganes, així. Vaig a mirar si va bé. Sí, veieu, això ja queda enganxat, vinga amb ganes. Va, el siguiente! Va vinga! Es tirar amunt, no avall, eh! El que interessa, aquí encara sentim, se sent de sobres perquè no hem pogut treure tot l'aire. Ara, jo deixaré entrar l'aire i vull que noteu com varia el so. No us tapeu...! Si us tapeu les orelles, què fem?* (se oye como varia el sonido de la sirena)

Pep: “*Noteu que puja molt?*”

Pep: “*Per tant, resulta que el so, si nosaltres traguéssim, parem això..., resulta que el so, si nosaltres traguéssim tot l'aire, no pot viatjar. A les ones mecàniques a totes els hi passa el mateix, necessiten algun medi: una corda, una goma, aire, el que sigui per poder viatjar...*”

En este fragmento, en primer lugar, vemos la presentación de unos hechos, que serian datos o ‘premisas de hechos’, que el profesor está describiendo y ‘interpretando’ para asegurar que la audiencia haga la misma interpretación. Considerado en conjunto, el experimento es un experimento retórico, no demuestra la tesis propuesta, pero como que el profesor interpreta, si que puede convencer. Pero, ¿qué dice el profesor para favorecer la adhesión de los estudiantes a la tesis? Esencialmente: “si sacamos un poco de aire, baja el sonido un poco, si sacamos más aire el sonido baja más, por lo tanto, si sacásemos todo el aire, bajaría del todo, no habría sonido”. De hecho, lo repite en sentido inverso. Esta argumentación corresponde a un

esquema de proporcionalidad directa, esquema que es muy común, tan común, que prácticamente siempre habrá acuerdo sobre su valor de convencimiento, tiene un estatus prácticamente de lugar, en el sentido que da Perelman a lugar. Perelman (1958) no lo recoge como premisa de lugar en su tratado, pero lo encontramos recogido por Aristóteles en su *Retórica* como el ‘lugar del más y del menos’. Este acuerdo ayuda al convencimiento sobre la tesis presentada y argumentada mediante un experimento que “no funciona”. Si consideramos globalmente todo el experimento, hace el papel de un ‘argumento por ilustración’.

Otro comentario podemos hacer en relación a este episodio del experimento, el profesor está creando ‘comunidad con el auditorio’, en términos de Perelman, cuando hace participar a los estudiantes de forma activa en el experimento, participación que ayuda a convencerlos sobre la “realidad” del experimento, efectivamente, que se ha sacado aire del bote se ha hecho “evidente” a todos los que han bombeado.

## 5. Resultados e implicaciones para la formación del profesorado.

### Resultados sobre el marco teórico

- La TA de Perelman ha sido útil para definir un marco analítico para identificar y caracterizar las explicaciones de los profesores en las clases de ciencias desde un punto de vista argumentativo.
- La lectura y aplicación previa del marco teórico de Ogborn et al. (1996) al estudio de explicaciones en las clases de ciencias nos ha ayudado en la concreción del marco analítico basado en la TA de Perelman, teoría que tiene un ámbito de aplicación más amplio que el de Ogborn.
- Este marco analítico hace posible poder apreciar la calidad argumentativa y el poder de convencimiento de las explicaciones de los profesores a partir de la identificación y caracterización de los puntos de partida de las argumentaciones, de los esquemas argumentativos y de cómo estos se ordenan y interaccionan entre sí, siempre contrastándolos con las formas de pensar y de argumentar de los estudiantes a los que van dirigidas las explicaciones.
- La TA de Perelman nos ha permitido elaborar un marco analítico que tiene los aspectos argumentativos no separados de los aspectos de conocimiento científico, principalmente a través de la importancia que da a los puntos de partida de las argumentaciones en cualquier discurso que ha de ser convincente. Esto nos la hace una teoría especialmente relevante para el estudio de explicaciones con contenido científico.
- Con la TA se revaloriza el razonamiento de sentido común, que se encuentra en la base de toda argumentación, sea en contextos científicos o en no científicos.

### Resultados respecto de las argumentaciones en las explicaciones de los profesores

- Una parte muy importante de las explicaciones de los profesores que quieren ser convincentes se ha de dedicar a la construcción, reformulación y justificación de los puntos de partida de las argumentaciones para asegurar su acuerdo con los conocimientos y maneras de entender el mundo de los estudiantes.
- No todas las categorías de premisas de Perelman son igualmente relevantes para la construcción de una explicación convincente en las clases de ciencias, las premisas de hechos o basadas en hechos experimentales, son las que favorecen más su poder de convencimiento.

- Las premisas de hechos han de ser interpretadas por el profesor, que es quien ha de hacer ver a los alumnos la interpretación científica, esto nos confirma la importancia que tiene la explicación del profesor mientras se está haciendo un experimento en la clase.
- La noción de presencia de Perelman nos hace ver la importancia que los experimentos tienen en las clases de ciencias. En estas clases los hechos serán buenos puntos de partida, pero los hechos observados, es decir, con presencia real en las clases, aumentaran el poder de convencimiento de las explicaciones.
- Un tipo de premisas que hemos encontrado especialmente significativas para las clases de ciencias son las premisas de lugares, este tipo de premisas forman parte de lo que conocemos como sentido común y por lo tanto, son a la base de todo razonamiento plausible. Muchos de los obstáculos graves de comprensión de los estudiantes podrían provenir de estos lugares. Por otro lado, pocas veces son explicitados en las explicaciones de los profesores y por lo tanto, no se discuten ni se hace ver a los estudiantes que su utilización es inadecuada en determinados casos particulares.
- En relación a los esquemas argumentativos, las estructuras que hemos encontrado más a menudo en las explicaciones de los profesores son esquemas casi lógicos, ejemplos, ilustraciones y analogías. Estos esquemas se acuerdan a las formas comunes de razonar de los estudiantes, en consecuencia, las dificultades de comprensión de los estudiantes en ciencias parece que provienen más de los desacuerdos que puede haber entre las premisas del profesor y sus conocimientos y formas de pensar.

### **Implicaciones para la formación del profesorado**

La Teoría de la Argumentación ha sido una buena base para analizar las explicaciones del profesor en las clases de ciencias desde el punto de vista argumentativo y se entrevé que puede ser de gran utilidad para orientar la formación del profesorado en un aspecto tan esencial como la adaptación de las explicaciones a los conocimientos y formas de pensar de los alumnos. Parece que nos puede proporcionar criterios para la planificación de la docencia y la valoración de la actuación del profesor en la clase en la tarea de explicar. De los resultados de la aplicación de esta teoría a las explicaciones de las clases de ciencias, también se desprende la necesidad de incorporar a los currícula, y muy especialmente a los de formación del profesorado la argumentación, en el sentido de razonamiento plausible, de forma explícita.

Este Proyecto ha tenido la ayuda de la UB (Proyecto nº1997 RE 5005-2ª. Divisió de Ciències de l'Educació. Universitat de Barcelona) y del DURSI (Generalitat de Catalunya) a través de la 'Xarxa de Referència: Recerca per a l'educació matemàtica i científica (REMIC)' (Proyecto nº U2201-U9UAB2005), coordinada por la Dra Roser Pintó (UAB).

### **6. Referencias bibliográficas**

- CASTELLS, M. et alt. (2003) Argumentation in the Discourse of Science teachers. A: ESERAConference 2003 <http://www.1.physiu.uu.nl/esera2003/programme/pdf.5c211s2.pdf>
- DRIVER, R. NEWTON, P. & OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- DUSCHL, R. et alt. (1999) Middle School Science Students' Dialogic Argumentation. *European Science Education Research Association Conference*. Kiel 1999
- DUSCHL R. & OSBORNE, J. (2002) Supporting and Promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education*, 38, 39-72

- ENNIS, R. H.: 1987, 'A Taxonomy of Critical Thinking Dispositions and Abilities', in J. Baron & R. Sternberg (eds.), *Teaching Thinking Skills: Theory and Practice*, Freeman, New York.
- ENNIS, R.: 1991, 'Critical Thinking: A Streamlined Conception', *Teaching Philosophy* 14, 5-25.
- ERDURAN, S.; SIMON S. & OSBORNE, J. (2004) TAPping into Argumentations : Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Sciences Discourse. *Science Education*, 915-933
- ERDURAN, S., OSBORNE, J. & SIMON, S. (2005) *The role of argumentation in developing scientific literacy*. A: BOERSMA, K., GOEDHART, M. DE JONG., O. & EIJKELHOF "Reserarch and the Quality of Science Education" (2005) A A. Dordrecht: Springer
- ERDURAN, S.; SIMON S. & OSBORNE, J. (2004) TAPping into Argumentations : Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Sciences Discourse. *Science Education*, pp 915-933
- GIERE, N.R. (1996) *Understanding scientific reasoning*. Philadelphia: Harcourt.
- GROSS, A. (1990) *The Rethoric of Science*. USA: Harvard University Pres
- GUIDONI, P. (1985) On Natural Thinking. A: *European Journal of Science Education*, 7, pp133-140
- GUIDONI, P. (1990) Pre-escolar i formació cultural de base a Click científic de 3 a 7 anys. Seminari de Didàctica de la Ciència. Museu de la Ciència de la Fundació de la Caixa de Pensions de Barcelona
- JANVIER, C. (1980) a 3. Translation processes in Mathematics Education. A: *Problems of representation in the teaching and learning mathematics*. Ed. C.Janvier, University of Quebec, pp27-32
- JANVIER, C. (1980) b 7. Representation and Understanding. The notion of function, as an example" A: *Problems of representation in the teaching and learning mathematics*. Ed. C.Janvier, University of Quebec, pp27-32
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BURGALLÓ & DUSCHL, (2000) "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84 (6) 1-36
- KELLY, G. J., DRUKER, S., & CHEN, C. (1998). Students' reasoning about electricity: Combining performance assessments with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20(7), 849-871.
- KITCHER, P. (1988). The child as parent of the scientist. *Mind and Language*, 3(3), 215-228.
- KRESS, G. & HODGE R. (1988). *Social Semiotics*. London: Polity Press.
- KUHN, D. (1992). *Thinking as argument*. Harvard Educational Review, 62, 155-178.
- KHUN, D. (1993) Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking *Science Education*, 77(3) 319-337
- LANDAU, L. (1977) Traducció: (1986) *El progreso y sus problemas*. Madrid: Ediciones encuetro.
- LEMKE, J. (1998). Teaching all languages of science: words, symbols, images and actions. <http://academic.brooklin.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelona.htm>
- MORTIMER, EF (1998) Multivicedness and univocality in the classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, 20(1), pp67-82
- MORTIMER, E.F & SCOTT, PH. (2003) *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press
- OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I. & MCGILLICUDDY, K. (1996). *Explaining Science in the Classroom*. Buckingham, Open University Press
- OSBORNE, J., ERDURAN, S., SIMON, S & MONK, M. (2001) Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 82(301), 63-70

- PERA M. & AHEA, W.R. (1991) *Persuading Science. The Art of Scientific Rhetoric USA*: Science History Publications
- PERELMAN (1958) *Traité de l'Argumentation. La Nouvelle Rhetorique*, Bruxelles: Editions de l'Université de Bruxelles / *Teoria de la Argumentación: La Nueva retórica*. Edición en castellano de 1994. A: Madrid: Gredos
- SIMONNEAUX, L. (2001) Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis INT. J. SCI. EDUC., 2001, VOL. 23, NO. 9, 903- 927
- PAUL HAGER, RAY SLEET, PETER LOGAN and M. HOOPER (2003) Teaching Critical Thinking in Undergraduate Science Courses; *Science & Education* 12: 303–313,
- ROTH, W.M. y LUCAS, KB. (1997) From "Truth" to "Invented Reality": a discourse analysis of high school physics'talk about scientific knowledge. *Journal of research in Science Teaching*, 34 (2), pp 145-179
- SIEGEL, H. (1995). Why should educators care about argumentation? *Informal Logic*, 17(2), 159–176.
- SAÍZ, A (1998) DE LA REPRESENTACIÓ A LA REALITAT. Proposrtes d'anàlisi del discurs mediàtic. Barcelona: Dèria Editors.
- VYGOTSKY, I.S. (1978) *Mind in Society. The development og higher psychological processes*. Cambridge. M.