

ENSEÑAR A ARGUMENTAR CIENTÍFICAMENTE: UN RETO DE LAS CLASES DE CIENCIAS

SARDÀ JORGE, ANNA y SANMARTÍ PUIG, NEUS
Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. UAB
E-mail: asarda@dewey.uab.es - neus.sanmarti@uab.es

SUMMARY

In this paper a review of the main features of a scientific argumentative text is made. A reference framework and a methodological analysis of the difficulties of a group of students are proposed. Finally, educational proposals are generated to help students learn how to write argumentative texts in science lessons, in order to improve their scientific knowledge.

INTRODUCCIÓN

El profesorado de ciencias constata a menudo las grandes dificultades con que se enfrentan la mayoría de los estudiantes a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia.

Entre otros aspectos, se pueden comprobar las dificultades para diferenciar hechos observables e inferencias, identificar argumentos significativos y organizarlos de manera coherente. Tampoco distinguen entre los términos de uso científico y los de uso cotidiano y utilizan palabras «comodín», propias del lenguaje coloquial. Además, a menudo, o bien escriben oraciones largas con dificultades de coordinación y subordinación, o bien muy cortas sin justificar ninguna afirmación.

Muchas veces es difícil de precisar si las dificultades se deben a una mala comprensión de los conceptos necesarios para responder a la demanda del enseñante o a un no dominio del género lingüístico correspondiente a la demanda. Por ejemplo, Halldén (1988) detecta que las connotaciones teleológicas y antropomórficas en las

explicaciones del alumnado en el campo de la biología se encuentran cuando se les pide argumentar, no en el nivel declarativo. Sugiere que el problema trasciende el ámbito de los conocimientos conceptuales y, en cambio, se sitúa en el ámbito metacognitivo de saber qué entienden los alumnos por *explicar*. En palabras de Lemke (1997), se podría decir que muchos de los problemas de aprendizaje del alumnado se deben a un desconocimiento tanto del «patrón temático» como del «patrón estructural» propio del tipo de texto científico solicitado y de las interrelaciones entre ellos.

La hipótesis de nuestra propuesta se centra en considerar que, con el fin de que el alumnado progrese en su conocimiento científico, debe llegar a conocer los dos patrones, el temático y el estructural, y que se deben enseñar de forma conjunta. A menudo se piensa que los diferentes géneros lingüísticos se aprenden en las clases de lengua y que no son objeto de aprendizaje en las clases de ciencias, pero sostenemos que las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas, y que el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su

evolución. Además, es necesario tener presente que el lenguaje científico tiene unas características específicas y que su aprendizaje se puede comparar al de una lengua diferente de la propia (Sutton, 1997; Lemke, 1997).

En este artículo se hace una revisión de las principales características de un texto argumentativo científico y se propone un modelo de análisis de las dificultades de un grupo de alumnos con el objetivo de generar propuestas didácticas para ayudar al alumnado a aprender a elaborar este tipo de texto en las clases de ciencias.

LA IMPORTANCIA DE LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS

Actualmente se está de acuerdo en que, en la construcción del conocimiento científico, es importante el proceso de negociación que tiene lugar entre los miembros de la propia comunidad cuando se comunican modelos y teorías con la finalidad de validar representaciones sobre el mundo (Sutton, 1997; Duschl, 1997; Sanmartí, Izquierdo y García, 1999). En este proceso, el razonamiento interviene de manera fundamental como instrumento para relacionar las observaciones experimentales con los modelos teóricos existentes (Jiménez, 1998). Podríamos afirmar que el discurso de las ciencias se va elaborando entre el racionalismo y la retórica de la argumentación, en un proceso que es necesario entender como continuado.

Giere (1999) entiende que el razonamiento científico es un proceso de elección entre las teorías que se proponen y que compiten, con el fin de optar por la que, en un momento histórico determinado, presenta la explicación más convincente para un fenómeno particular del mundo. En la evaluación de las teorías científicas son más importantes el conjunto de argumentos y las interrelaciones que se elaboran para construir un razonamiento, que no el posible proceso de inferencia. Este proceso de elección entre teorías se puede producir si se generan interpretaciones diferentes de unos datos determinados debido a tres factores (Duschl, 1997):

- a) la interpretación diferente dentro de la comunidad científica;
- b) los avances tecnológicos que posibilitan nuevas formas de observar;
- c) los cambios en los objetivos de la ciencia como una extensión de los problemas sociales.

Pero los cambios en las teorías aceptadas, generalmente, no se producen de forma radical, por revoluciones, como proponía Kuhn, sino de forma gradual a través de una cadena de razonamientos, dado que en ciencia algunas discusiones tardan años en resolverse y que a veces no se resuelven nunca. Muy a menudo es necesario esperar mucho tiempo para demostrar que las evidencias son suficientes para dar fuerza a la argumentación y poder establecer una nueva teoría.

De la misma manera que las ideas evolucionan al formular una teoría, la manera de hablar de éstas también evoluciona. Sutton (1997) señala que el lenguaje inicial es muy personal, con mucho uso de analogías y metáforas, y los razonamientos utilizados tienen finalidades especulativas y persuasivas. En cambio, cuando las ideas ya están consolidadas, el lenguaje para comunicarlas se hace más formal, impersonal, preciso y riguroso y las palabras que identifican las nuevas ideas –*quark*, *DNA* o cualquier otra– se utilizan como etiquetas de algo que tiene una existencia real indiscutible.

Se puede pasar del primer tipo de lenguaje, el más individual, al calificado de más «científico» porque ambos tienen en común un patrón de relaciones de significado que describen el contenido científico incluido en la primera interpretación y que se concretará en conceptos y en un modelo teórico determinado. A este patrón de vínculos semánticos, Lemke (1997) lo denomina *patrón temático*. Lo que los distingue es el patrón estructural, que se refiere al tipo de discurso. Es obvio que las estructuras retóricas (silogismos, analogías, metáforas...) y de género (descripción, justificación, argumentación, elaboración de informes...) han de ser diferentes en uno y otro caso, porque primero deben convencer a la comunidad científica y después se han de comunicar al resto de las personas.

EL PAPEL DE LA ARGUMENTACIÓN EN EL APRENDIZAJE CIENTÍFICO

En las diversas teorías y prácticas de la enseñanza de las ciencias hay diferentes maneras (más o menos implícitas) de entender qué es la ciencia, cómo se genera y también sus finalidades y las de su enseñanza. Todos los factores expuestos en el apartado anterior definen una visión determinada de la ciencia, de su construcción y de las características del lenguaje científico, que pueden orientar una transposición didáctica un poco diferente de la habitual en las clases de ciencias.

De la misma manera que en la construcción del conocimiento científico es importante la discusión y el contraste de las ideas y que el lenguaje inicial tiene unas características diferentes del final, también sería necesario dar mucha más importancia en la construcción del conocimiento propio de la ciencia escolar, en la discusión de las ideas en el aula y en el uso de un lenguaje personal que combine los argumentos racionales y los retóricos, como paso previo, a menudo necesario, para que el lenguaje formalizado propio de la ciencia tome todo su sentido para el alumnado.

El cambio de perspectiva es significativo, ya que presupone que la manera tradicional de plantear las clases de ciencias, iniciándolas dando a conocer los conceptos de forma ya «etiquetada», no es coherente, ni con la forma en que se genera el conocimiento científico, ni con las tesis constructivistas del aprendizaje.

Los grandes objetivos que se pretenden asumir con la enseñanza-aprendizaje de la argumentación o razona-

miento científico, de acuerdo con Driver y Newton (1997), son los siguientes:

– En primer lugar, tal como hemos justificado anteriormente, ayuda a desarrollar la comprensión de los conceptos científicos. En el marco de la ciencia escolar es muy importante la discusión de los criterios para evaluar las teorías científicas, es decir, hablar en clase de las relaciones existentes entre las hipótesis, los fenómenos, los experimentos, los modelos teóricos y la evolución de las teorías (Jiménez, 1998). El alumnado va entrando en el mundo de la ciencia en la medida que tiene necesidad de utilizar los instrumentos conceptuales y procedimentales que la cultura científica ha ido construyendo, «entidades» (Ogborn et al., 1998) como genes, cromosomas, campos eléctricos, átomos, proporcionalidad u osciloscopio para hablar y escribir (y leer) ciencia, es decir, para comunicarse. Pero eso implica, al mismo tiempo, aprender a estructurar sus caminos de razonamiento, o sea, su discurso argumentativo, reconociendo sus características.

– En segundo lugar, la argumentación puede ofrecer una visión que entienda mejor la propia racionalidad de la ciencia, analizando su proceso de construcción: el «contexto de descubrimiento» para la generación de hipótesis y «contexto de justificación» para comprobarlas y validarlas, los cuales toman sentido en un «contexto de conocimiento» aceptado (Duschl, 1997). Si se presenta la ciencia como el producto final del proceso, pero no se reconocen los cambios que se han producido, no se podrán entender las conclusiones derivadas de las teorías. Es decir, una forma de aproximarse a la epistemología de la ciencia es aprender a construir afirmaciones y argumentos y a establecer relaciones coherentes entre ellas para interpretar los fenómenos. Eso implica enseñar a leer ciencias, a discutir teorías que han sido rechazadas y aceptadas por la comunidad científica, a explicitar los criterios de las decisiones racionales y el porqué unas teorías ofrecen una mejor interpretación que las otras.

– Por otra parte, en una sociedad democrática es necesario formar un alumnado crítico y capaz de optar entre los diferentes argumentos que se le presenten, de manera que pueda tomar decisiones en su vida como ciudadanos. Dado que la enseñanza de las ciencias en la escuela se generaliza hasta edades avanzadas, su finalidad deja de reducirse a preparar al alumnado para seguir cursos universitarios y pasa a, tal como dice Layton (1992), promover una *conocimiento para la acción*.

Buena parte de los problemas del entorno –sean ambientales, relacionados con la salud u otros– requieren dar opiniones fundamentadas científicamente. Estos problemas, a diferencia de los que se analizan en las clases habituales de ciencias, no forman parte del «núcleo duro» de la ciencia (Duschl, 1997), es decir, de aquéllos cuya solución ya ha sido consensuada y es ampliamente compartida por los miembros de la comunidad científica. En cambio, es en la discusión sobre la idoneidad de los alimentos transgénicos, o qué hacer con los residuos, o cómo conseguir una mejor calidad del aire, cuando el alumnado puede situarse y reconocer el «contexto de

descubrimiento» y el «contexto de justificación» e ir diferenciando entre argumentos fundamentados científicamente y de otros tipos.

Por lo tanto, nos encontramos con que el aprendizaje de la argumentación en las clases de ciencias toma sentido desde muchos puntos de vista. Para aprender ciencia es necesario aprender a hablar y escribir (y leer) ciencia de manera significativa. Eso implica también aprender a hablar sobre cómo se está hablando (metadiscurso). Reconociendo las diversas maneras de expresar un mismo significado, las diferencias entre el lenguaje cotidiano y el científico y las principales características de cada tipo de discurso.

La única manera de aprender a producir argumentaciones científicas es producir textos argumentativos –escritos y orales– en las clases de ciencias, discutiendo las razones, justificaciones y criterios necesarios para elaborarlas (Izquierdo y Sanmartí, 1998; Jiménez, 1998). Este aprendizaje implica aprender a utilizar unas determinadas habilidades cognitivo-lingüísticas (describir, definir, explicar, justificar, argumentar y demostrar) que, al mismo tiempo, necesitan el uso de determinadas habilidades cognitivas básicas del aprendizaje (analizar, comparar, deducir, inferir, valorar...) (Prat, 1998).

FORMAS DE CONCEPTUALIZAR LA ARGUMENTACIÓN

En los últimos años, diversos autores han elaborado, desde diferentes puntos de vista, modelos sobre los elementos que constituyen una argumentación, las interrelaciones que deben establecerse necesariamente entre estos elementos para que sea válida y qué secuencias son las características.

Para analizar un discurso, según Calsamiglia y Tusón (1999, p. 185) es necesario distinguir entre el *significado gramatical* del sistema lingüístico (no tiene en cuenta los factores «extralingüísticos») y el sentido o el *significado discursivo* (interdependencia de los factores contextuales y de los lingüísticos, teniendo en cuenta el «mundo» del receptor, sus conocimientos previos y los compartidos, sus intenciones...). En una clase, los textos elaborados por el alumnado acostumbran a dirigirse al profesorado para que los evalúe. Este hecho condiciona fuertemente su elaboración, tanto porque el estudiante persigue, más que nada, adivinar qué es lo que el enseñante espera de él o ella como porque hay partes del discurso implícitas en función de todo aquello que comparten ambas partes.

En este apartado analizaremos el discurso argumentativo a partir de dos perspectivas diferenciadas: la concretada por Toulmin (1993), en la cual se plantea una revisión de la argumentación como una teoría del razonamiento práctico, y la proveniente de la lingüística textual, representada por los modelos de Van Dijk (1978) y Adam (1992), que se plantea el análisis de las unidades comunicativas que van más allá de los límites de las oraciones gramaticales.

Toulmin (1993), filósofo y epistemólogo, aporta una visión de la argumentación desde la formalidad y la lógica. Según este autor hay normas universales para construir y evaluar las argumentaciones, que están sujetas a la lógica formal. Elabora un modelo de la estructura formal de la argumentación: describe los elementos constitutivos, representa las relaciones funcionales entre ellos y especifica los componentes del razonamiento desde los datos hasta las conclusiones. El modelo que propone (Fig. 1) se basa en el siguiente esquema de la argumentación, que contiene los componentes:

D = *Datos*: Hechos o informaciones factuales, que se invocan para justificar y validar la afirmación.

C = *Conclusión*: La tesis que se establece.

G = *Justificación*: Son razones (reglas, principios...) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión.

F = *Fundamentos*: Es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación.

Q = *Calificadores modales*: Aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación.

R = *Refutadores*: También aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas.

Los calificadores modales y los refutadores son necesarios cuando las justificaciones no permiten aceptar una afirmación de manera inequívoca, sino provisional, en función de las condiciones bajo las cuales se hace la afirmación.

Según este modelo, en una argumentación, a partir de unos *datos* obtenidos o de unos *fenómenos* observados, *justificados* de forma relevante en función de razones *fundamentadas* en el conocimiento científico aceptado,

se puede establecer una afirmación o *conclusión*. Esta afirmación puede tener el apoyo de los *calificadores modales* y de los *refutadores* o excepciones.

Toulmin sigue una analogía entre un texto argumentativo y un organismo, de manera que la parte anatómica está constituida por órganos, que son las diferentes fases de progreso del argumento, desde el enunciado inicial hasta la conclusión final; y la parte fisiológica está constituida por la lógica de cada frase. Pero no se puede desligar la fisiología de la anatomía: es un todo que toma sentido cuando las partes se interrelacionan entre sí, es decir, que la lógica de cada enunciado está determinada por su situación en la argumentación y viceversa.

El modelo de Toulmin, adaptado a la práctica escolar, permite reflexionar con el alumnado sobre la estructura del texto argumentativo y aclarar sus partes, destacando la importancia de las relaciones lógicas que debe haber entre ellas. Es decir, posibilita una metareflexión sobre las características de una argumentación científica, profundizando sobre cómo se establecen las coordinaciones y las subordinaciones, sobre el uso de los diferentes tipos de conectores (adversativos, causales, consecutivos...), sobre la no-linealidad de los razonamientos, etc.

Por una parte, el estudio de la anatomía del texto permite analizar con el alumnado el significado de cada proposición del texto por sí misma, el tipo de secuencias que se pueden establecer con estos elementos y qué tipos de conectores permiten hacer el paso entre las diferentes oraciones del texto. Por otra, el estudio de la fisiología de la argumentación ayuda a trabajar el uso de concordancias lógicas en el contexto de la ciencia entre las diferentes partes del texto. Estas relaciones de concordancia se concretan en el análisis de la aceptabilidad y de la relevancia de las proposiciones formuladas. Todas éstas son dificultades importantes del alumnado (Llorens y De Jaime, 1995; Zeidler, 1997¹), ya que suelen afirmar consecuencias sin tener en cuenta las justificaciones teóricas. Presentan problemas para seleccionar las evidencias debidas a la dificultad de identificar los hechos

Figura 1
Esquema del texto argumentativo, según Toulmin (1993).

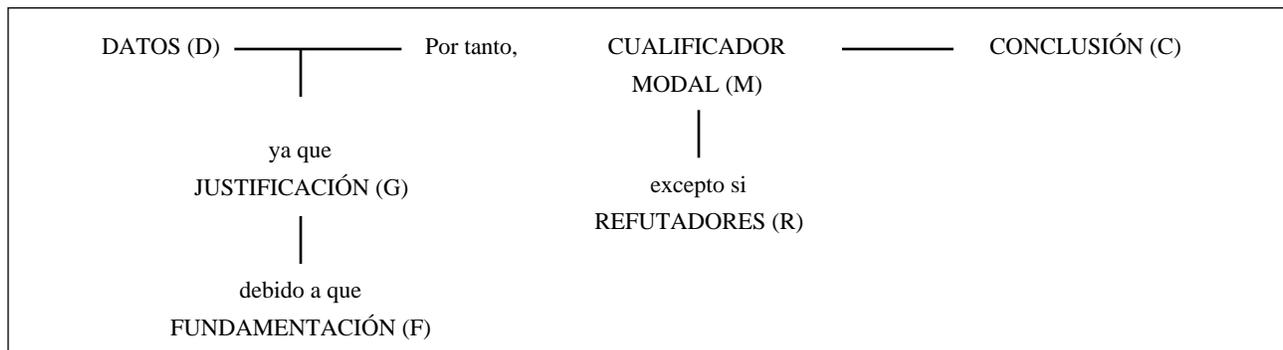
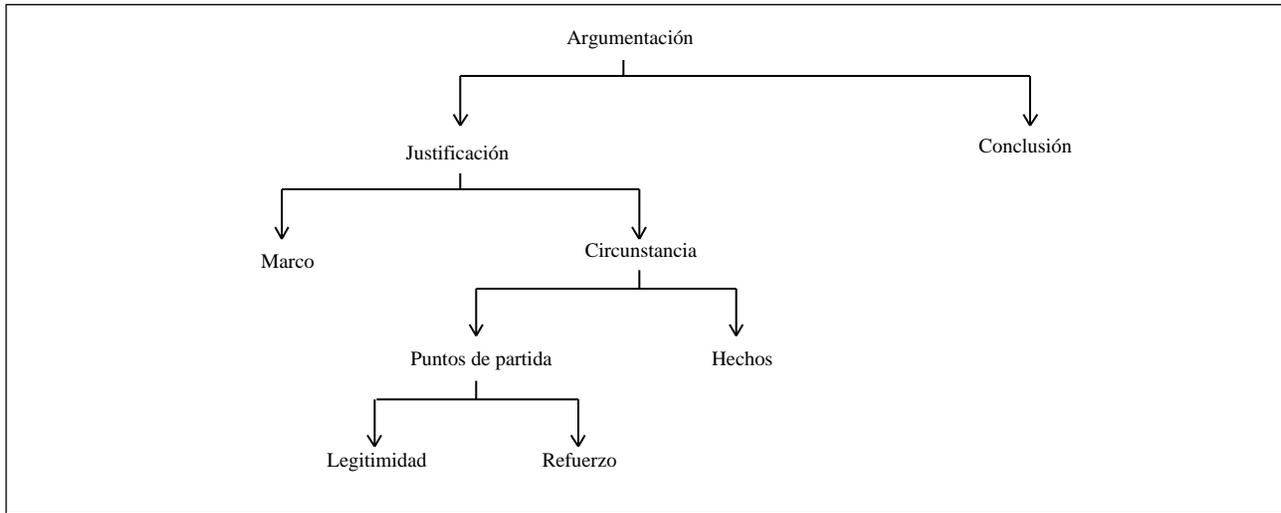


Figura 2
Superestructura argumentativa, según Van Dijk (1978).



y fenómenos y distinguirlos de las interpretaciones o de los modelos individuales; o bien establecen inferencias que van más allá de los límites que presentan los hechos y fenómenos mismos.

Sin embargo, tal como indican Driver y Newton (1997), el modelo toulminiano presenta el discurso argumentativo de forma descontextualizada sin tener en cuenta que depende del receptor y de la finalidad con la cual se emite. Por lo tanto, es útil para tomar conciencia de la estructura de una argumentación, pero no de su validez.

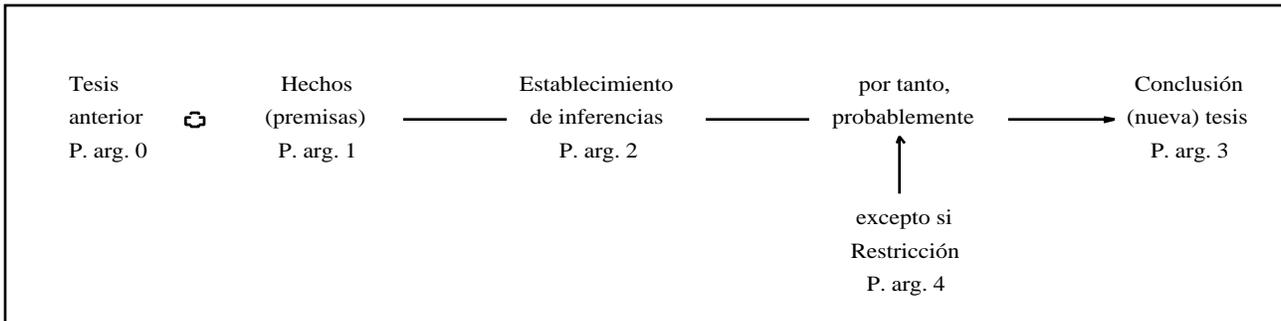
Desde el ámbito de lingüística textual, Van Dijk (1978) aporta otro modelo conceptual de la argumentación (Fig. 2). Para él, lo que define un texto argumentativo es su finalidad: convencer a otra persona.

Según este modelo, los componentes fundamentales son la justificación y la conclusión. La justificación se construye a partir de un marco general, en el contexto del cual toman sentido las *circunstancias* que se aportan para justificar las conclusiones. Estas circunstancias se refieren a hechos y a condiciones iniciales o puntos de partida que el emisor considera que son compartidos por el receptor. En el contexto del aula, por ejemplo, no sería válido, normalmente, que un alumno reforzara un argumento diciendo «tal como dijo Newton»; hecho que, en cambio, sí que sería aceptable en el contexto de un artículo científico. O en una clase de 1º de ESO, si se habla de «disolución», se espera que el alumnado desarrolle lo que entiende por este concepto, mientras que en una clase de bachillerato se puede considerar que buena parte de los hechos y puntos de partida ya forman parte del conocimiento compartido por estudiantes y profesorado. En uno y otro caso las circunstancias serán diferentes y, por lo tanto, también la argumentación construida.

Por otra parte, este autor hace una aproximación a los rasgos estructurales resultantes de las operaciones cognitivas que se ponen en juego a la hora de escribir cualquier tipo de texto, distinguiendo la microestructura, la macroestructura y la superestructura. El modelo de Van Dijk resulta muy interesante para trabajar el texto argumentativo en el aula. Por una parte, la idea de la macroestructura en una argumentación permite trabajar con el alumnado la importancia de que la secuencia de oraciones establecida debe estar destinada a justificar y razonar una tesis, con la finalidad e intencionalidad de convencer a los compañeros y compañeras. La atención a la superestructura permite analizar los conceptos sobre un tema determinado y sus interrelaciones, así como los diferentes tipos de conectores o elementos gramaticales que hacen explícitas estas relaciones. El hecho de que la intención comunicativa del texto responda a convenciones sociales puede ayudar a trabajar las normas de una sociedad democrática, basada en el diálogo y la comprensión de los otros, en la que no debería haber lugar para las falacias ni los engaños.

Por último, trabajar la microestructura del texto argumentativo puede ayudar a superar las múltiples dificultades que los chicos y chicas manifiestan en este aspecto (Llorens y De Jaime, 1995), ya que permite profundizar en el uso de oraciones subordinadas causales, consecutivas, adversativas, condicionales... y sus respectivas conjunciones, de manera que se explicitan más las relaciones lógico-argumentativas. También permite analizar el uso de los sustantivos de forma más precisa y sujetos más abstractos, frente a los términos «comodín» del lenguaje cotidiano; y la utilización de las oraciones pasivas e impersonales, frente al uso del indicativo y las primeras formas personales. En resumen, creemos que esta visión de la organización de los textos de Van Dijk, puede ser útil en las clases de ciencias para acercar al

Figura 3
Secuencia argumentativa prototipo, según Adam (1992).



alumnado, de forma progresiva, a las características propias del lenguaje científico.

Finalmente, analizaremos el modelo de un tercer autor, Adam (1992), también lingüista, que aporta la idea de la función persuasiva que tiene la argumentación, un modelo de secuencia textual y un modelo del prototipo del texto argumentativo (Fig. 3). Concretamente, la noción de *prototipos de texto* nos ha sido útil, sobre todo, en el análisis de los textos del primer estudio elaborado, especialmente en cuanto a redefinir la noción de *superestructura* de Van Dijk y distinguir dos dimensiones: la pragmática (que se refiere a la intencionalidad, al marco de referencia de los enunciados y a la cohesión semántica global, equivalente a la macroestructura de Van Dijk) y la secuencial (que se refiere a la gramática del texto –equivalente a la microestructura de Van Dijk– y a la organización de las diferentes secuencias del texto; diferente según cada persona).

Según Adam, un texto puede estar estructurado en diferentes secuencias de base (en la fig. 3, las macroproposiciones P. arg. 1, 2 y 3), dado que existe la posibilidad de que se estructure de manera única. En todo caso, siempre hay un tipo de secuencia que destaca y que define la estructura dominante del texto. Por ejemplo, en una argumentación tienen cabida secuencias introductorias descriptivas, narrativas o de otros tipos, pero globalmente la secuencia que predomina es la argumentativa, con sus propias características y éste es el mensaje que le llega al lector u oyente. Un texto determinado, pues, se puede considerar como argumentativo si se aproxima a este prototipo. Esta noción es importante para que ni el profesorado ni el alumnado caigamos en la rigidez de la estructura del texto –hecho que podría suceder si se enseña el modelo toulminiano de forma mecanicista–, con el fin de no eliminar su creatividad y para analizarlo de una forma más flexible. En palabras de Adam (1992, p. 19) «chaque texte est une réalité beaucoup trop hétérogène pour qu’il soit possible de l’enfermer dans les limites d’une définition stricte».

Adam toma el modelo de Toulmin como base de la estructura argumentativa, pero analiza los textos como secuencias argumentativas encadenadas en las que se

puede producir el caso de que la conclusión de una secuencia sea la premisa de la siguiente. Considera que, para validar las razones y conclusiones que se exponen en un texto, se utilizan unas reglas de inferencia que muy a menudo están implícitas. Creemos que una tarea muy importante a realizar con el alumnado en las clases de ciencias es hacer explícitas estas reglas con el fin de ayudar a entender las relaciones entre los conceptos desde el punto de vista científico, la validez de los razonamientos y su relevancia.

METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS

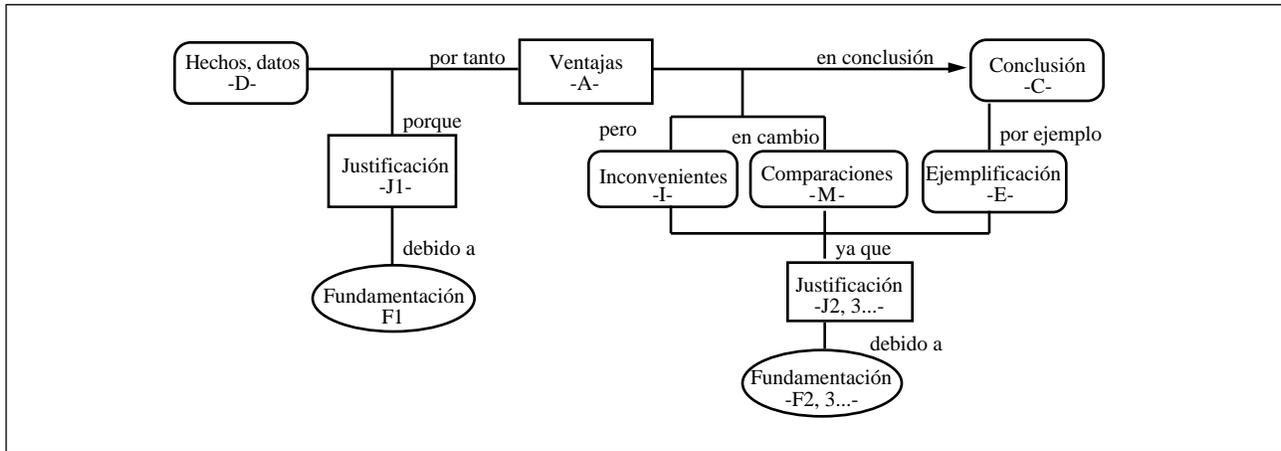
Muestra y recolección de datos

En el estudio que realizamos se pidió al alumnado que argumentase, en el marco de un juego de rol (Sardà, 1999; Pujol, Sardà y Rodríguez, 1998), sobre cuatro métodos diferentes de conservación de los alimentos que habían sido objeto de la enseñanza en sesiones de clases anteriores. Cada grupo debía defender una técnica y partían de diferentes «hechos» o datos que se les daban.

Los estudiantes elaboraron textos escritos y orales (estos últimos improvisados a lo largo de la actividad), después de haberles dado unas breves orientaciones para la redacción de textos argumentativos y un texto modelo que permitía identificar sus características (Cuadro 1). Estos textos los leyeron (o expusieron) en el marco del juego de rol y a partir de ellos se generó una discusión en la que los compañeros y compañeras introducían contrargumentos.

La muestra la constituía un grupo clase de 14 alumnos, formado por 12 chicos y 2 chicas, de entre 14 y 15 años, de 3º de ESO, del Instituto Pere Calders de Cerdanyola del Vallès (Barcelona). Para esta investigación se recogieron las producciones individuales iniciales del alumnado, 9 textos orales y 11 textos escritos, a través de los cuales pretendían argumentar su punto de vista. Las transcripciones de los textos orales las tratamos como si fuesen escritas y sólo hemos destacado algún aspecto que las diferencia.

Figura 4
Esquema del texto argumentativo.



Primer nivel de análisis: estructura de los textos

Con el fin de estudiar estos textos argumentativos diseñamos un esquema (Fig. 4) que nos permitiera analizar los escritos como tales y su contexto. En función de este esquema, se identificaron y situaron las partes de cada uno de los textos elaborados (Fig. 9), como primera reducción de los datos, con el fin de facilitar después la profundización en el análisis de la estructura y de las funciones e interrelaciones de significado entre cada una de ellas.

El esquema como tal está basado en el modelo de Toulmin (1993) antes mencionado, adaptado al contexto del aula en el cual nos encontrábamos con el fin de incorporar aspectos constatados como dificultades de los alumnos para elaborar textos argumentativos. Por otra parte, en el análisis de cada una de las partes del texto, también se han tenido en cuenta los aspectos provenientes de los estudios de lingüística textual.

El texto del cuadro 1 nos sirve para ejemplificar las partes que contiene el esquema elaborado y que fue el ejemplo que se discutió inicialmente con el alumnado.

Cuadro 1
Ejemplo de un texto argumentativo.

a) El tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses *b)* porque con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos, *c)* ya que se calienta a temperaturas muy elevadas durante pocos minutos. *d)* Por lo tanto, anulamos la posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder; *e)* pero con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares y las proteínas. *f)* Otras técnicas de conservación que también modifican las características sensoriales y nutritivas de los alimentos, en cambio, necesitan un tiempo muy largo de preparación, como, por ejemplo, el salado de los jamones. *g)* En conclusión, la esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo, que cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características, que tiene muy buena salida al mercado, y *h)* que gracias a ella podemos beber leche, por ejemplo, sin tener que ir a buscarla a la lechería cada día.

Datos. Son los hechos y fenómenos que constituyen la afirmación sobre la cual se construye el texto argumentativo; en el ejemplo del cuadro 1, la proposición *a*. En el contexto escolar, según Jiménez (1998) hay dos tipos de datos: los suministrados (por ejemplo, por algún estudio sobre el tema, por el profesorado, por el libro de texto) y los obtenidos, bien sea de forma empírica (por ejemplo, las procedentes de un experimento de laboratorio), bien sean datos hipotéticos.

Justificación. Es la razón principal del texto que permite pasar de los datos a la conclusión; en el ejemplo, la proposición *b*. Se debe referir a un campo de conocimiento específico, en este caso de la ciencia-tecnología, porque es este marco el que valida el contenido de la razón.

Fundamentación. Es el conocimiento básico de carácter teórico necesario para aceptar la autoridad de la justificación; en el ejemplo, la proposición *c*. Lógicamente, también se debe referir a un campo de conocimiento específico.

Argumentación. Proponemos la distinción entre la justificación y la argumentación, entendiendo que en conjunto se trata de dar razones o argumentos, pero que la justificación sólo legitima la conexión entre la afirmación inicial y la conclusión. En cambio, estas razones se construyen de forma retórica con relación a otros aspectos que dan más fuerza y criterios para la validación del conjunto de la argumentación. Los tres tipos de argumentos o razones que hemos considerado que forman parte del texto argumentativo son la ventaja, el inconveniente y la comparación.

Ventaja. De hecho, es un comentario implícito que refuerza la tesis principal; en el ejemplo, la proposición *d*. Partimos de la suposición de que es el argumento más fácil de formular porque destaca los elementos positivos de la propia teoría.

Inconveniente. Comentario implícito que señala las circunstancias de desventaja; en el ejemplo, la proposición *e*. Pensamos que es un tipo de argumento que en las clases de ciencias se trabaja poco.

Comparación. En realidad, es una fusión de los dos anteriores, porque añade otra ventaja de la propia argumentación y cuestiona la validez de los otros; en el ejemplo, la proposición *f*.

Conclusión. Es el valor final que se quiere asumir a partir de la tesis inicial y según las condiciones que incluyen los diferentes argumentos; en el ejemplo, la proposición *g*.

Ejemplificación. Es la relación entre la ciencia y la vida cotidiana; en el ejemplo, la proposición *h*.

En cuanto a los conectores, son del tipo argumentativo (causales, consecutivos, adversativos, concesivos y condicionales) entendiéndolos que manifiestan la relación, en el ámbito cognitivo, entre las ideas que expresan los enunciados. En el esquema de referencia se proponen unos determinados, tal vez los más comunes, pero pueden haber muchos más (Calsamiglia y Tusón, 1999, pp. 248, 299).

Segundo nivel de análisis: anatomía y fisiología de los textos

En segundo lugar, siguiendo la analogía de Toulmin, y en el marco de la fundamentación teórica expuesta anteriormente, hemos considerado que el análisis de los textos argumentativos del alumnado ya reducidos siguiendo la figura 4 se podía realizar a partir de:

– «Anatomía», analizada según tres ítems que se han estimado como los más relevantes: validez formal, secuencia y conectores.

– «Fisiología», según seis ítems: concordancia entre los hechos y la conclusión, aceptabilidad de la justificación principal, relevancia de los tres tipos de argumentos –ventaja, inconveniente y comparación– y ejemplificación.

Estos ítems han sido codificados, en una segunda reducción de los datos, en redes sistémicas, tal y como proponen Bliss y otros (1983). En la descripción que se hace a continuación de estos ítems creemos que es importante destacar que se han tenido en cuenta los implícitos porque son los que guían las inferencias que han de hacer los participantes en el acto comunicativo con el fin de interpretar correctamente los significados. Estos implícitos son un componente muy importante a tener en cuenta en el análisis de la argumentación planteada, porque no se puede dejar de lado el contexto en el cual se elabora el discurso –escrito y oral– (Llorens y De Jaime, 1995). Por ejemplo, todos los profesores estamos acostumbrados a «leer entre líneas» un texto de un alumno y reconocer aquello que quiere decir pero que no dice.

Descripción de los ítems

Con relación a la anatomía del texto argumentativo

1. Validez formal del texto

Se entiende por validez formal la presencia de los diferentes componentes del texto, siguiendo el esquema de la figura 4, sin tener en cuenta los conectores que los introducen, ni la secuencia de los componentes, ni su relevancia o pertinencia dentro del texto. Se considera que un texto argumentativo está completo si presenta todos los componentes esenciales como mínimo, bien sea de forma explícita, bien sea de forma implícita. Se han considerado como componentes esenciales: el hecho, la justificación y la conclusión –siguiendo los modelos de argumentación– sin los cuales el texto no es válido. En el contexto de la actividad que se realizó también se ha incluido como elemento esencial mínimo uno de los tres tipos de argumentos (ventaja, inconveniente o comparación). Es necesario destacar que, en el ejemplo que se discutió con el alumnado, previo al juego de rol, tal vez no quedó suficientemente claro el papel de la fundamentación de la justificación principal. El resto de justificaciones y fundamentaciones secundarias no se les solicitó que las explicitasen, pero se incluyeron en el análisis porque aparecen de forma explícita en muchos casos. Como se puede ver, no se han tenido en cuenta la posible justificación ni fundamentación del argumento ventaja, porque entendemos que –siguiendo a Toulmin (1993)– a menudo indica aquello que se infiere de la misma justificación principal, como primera deducción del hecho-justificación. Por lo tanto, el hecho de justificarlo o fundamentarlo podría resultar tautológico.

2. Secuencia textual

Tal como ya se ha indicado, en la actividad que se desarrolló en el aula, con el fin de ayudar al alumnado a aprender a argumentar, se presentó un texto «ejemplo» que presentaba una determinada secuencia progresiva, es decir, que parte de las premisas para llegar a la conclusión (Cuadro 1). En este ítem se analizan los tipos de secuencias que elaboró el alumnado en función de la presentada. Un texto que no presenta conectores, ni de forma explícita ni implícita, se considera que no sigue ningún tipo de secuencia. En cada caso, se analizan las partes de la secuencia, es decir, qué componentes del texto aparecen y cuáles no, y la conexión o no entre estos componentes. Se han tenido en cuenta de forma separada las secuencias que presentan el componente ejemplificación (relación con el mundo cotidiano), dado que se detectó la dificultad que suponía para el alumnado. El análisis de la relación existente entre los argumentos ventaja e inconveniente se debe a nuestra suposición, como hemos dicho anteriormente, de que es más fácil formular los aspectos positivos de la propia teoría, que los negativos, cuando se quiere convencer a alguien.

3. Conectores

Ya se ha comentado la importancia de los conectores en un texto porque son éstos los que ayudan a determinar la

microestructura del texto, a conformar la superestructura y, globalmente, permiten hacerse una idea de la macroestructura. En algunos estudios (Llorens y De Jaime, 1995) se muestran las dificultades del alumnado para establecer conexiones de coordinación y subordinación, que afectan tanto a la microestructura del texto como a la macroestructura, hecho que dificulta la lectura global y el reconocimiento de la estructura lógica. En este ítem se analiza el tipo de conectores que aparecen en las producciones del alumnado, bien explícitos, bien implícitos, y el uso adecuado o no que hacen de ellos. Así, se estudia tanto en qué medida el alumnado utiliza los conectores del texto modelo como su presencia explícita o implícita. Algunos trabajos (Calsamiglia y Tusón, 1999) muestran que en los textos argumentativos, cuanto más estructurados son, más conectores implícitos se encuentran, porque muchas de las relaciones entre los componentes del texto vienen ya dadas por la misma superestructura. Es decir que la coherencia y la lógica del texto no vienen determinadas tanto por los conectores, sino por las relaciones y conexiones de significado existentes entre las ideas. Asimismo, un texto argumentativo se define por el uso de conectores del tipo lógico-argumentativos y, por este motivo, hemos analizado si su uso es el más adecuado en la conexión de los componentes de los textos. En cambio, no se ha analizado el uso de posibles marcadores lingüísticos que organicen el texto.

Con relación a la fisiología del texto argumentativo

4. Concordancia entre los hechos y la conclusión

Los hechos constituyen la afirmación sobre la cual se basa el texto argumentativo y orientan desde el primer momento el paso a la conclusión. Es lógico afirmar que entre la tesis inicial y la conclusión final debe haber una concordancia tal que permita validar toda la argumentación. Es decir, que, si no existe una conexión epistemológica entre los hechos y la conclusión, el texto argumentativo no es válido. Esta relación puede parecer inmediata y de simple lógica formal, pero ni para el alumnado ni para los científicos es tan obvia. Las leyes, teorías, principios, modelos... son conclusiones a las cuales se llega a lo largo de un proceso que implica el establecimiento de los hechos a partir de los datos, y al final del cual estos datos toman significación en la conclusión (Duschl, 1997). Cuando se enseña al alumnado el razonamiento científico y el establecimiento de las teorías, estas dificultades son importantes y el alumnado a menudo cae en el uso de tautologías, como muestran otros estudios (Llorens y De Jaime, 1995; Sanmartí, 1997). Por estas razones, en este ítem se analizan las concordancias entre los hechos formulados y las conclusiones establecidas. Se considera que las conclusiones se pueden establecer a partir de tres perspectivas: desde el punto de vista teórico utilizando términos provenientes del contexto científico, desde el punto de vista de los mismos hechos, o desde el punto de vista puramente descriptivo (Izquierdo y Sanmartí, 1998). Por otra parte, se analiza el uso de las tautologías, según si se han formulado en los mismos términos que en la afirmación inicial o en términos diferentes.

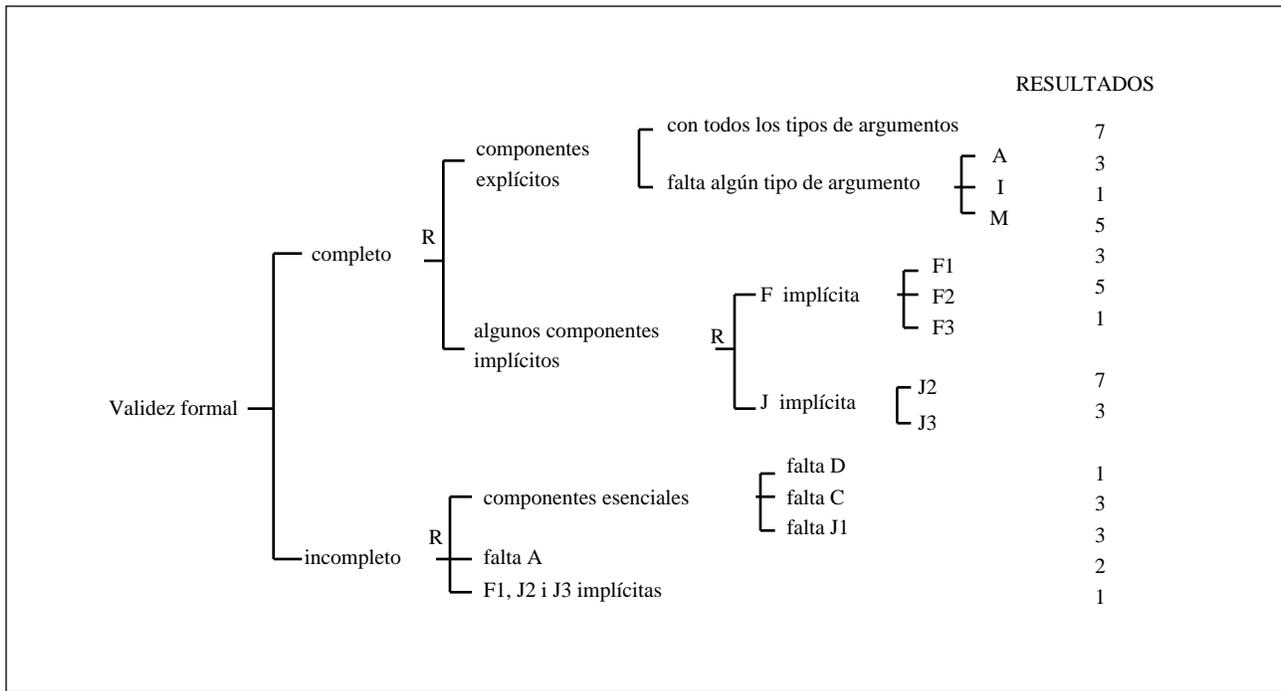
5. Aceptabilidad de la justificación principal

Según Jorba (1998, p. 48), justificar es «producir razones o argumentos, establecer relaciones entre ellos y examinar su aceptabilidad con la finalidad de modificar el valor epistémico de la tesis desde el punto de vista del destinatario». Muchos estudios (Llorens y De Jaime, 1995; Custodio y Sanmartí, 1997) muestran las dificultades del alumnado para justificar, para hacer el paso de las justificaciones relacionadas con la vida cotidiana a las justificaciones científicas. Para analizar esta aceptabilidad hemos utilizado los conceptos de *pertinencia* y *coherencia* de Calsamiglia y Tusón (1999) en el contexto de la ciencia escolar. Por lo tanto, se examina que las razones sean pertinentes con relación a la ciencia-tecnología o al conocimiento empírico construido a partir de la vida cotidiana, que sean coherentes con la ciencia y que permitan establecer las inferencias adecuadas. Pero no se puede olvidar que el alumnado encuentra válidos los conocimientos que ha ido adquiriendo en la experiencia de cada día, sean científicas o no y, por lo tanto, se considera la justificación aceptable desde este punto de vista. Según el tipo de pertinencia, entonces, la argumentación tendrá más o menos fuerza y permitirá llegar o no a la conclusión final. Por otra parte, ya se ha comentado que se necesitan unos criterios con el fin de que la pertinencia de la justificación sea válida. Estos criterios los proporciona la fundamentación de la justificación. Por los mismos motivos que se acaban de exponer, las fundamentaciones que produce el alumnado pueden provenir tanto del conocimiento científico como del contexto de la vida cotidiana. Pero, en este caso, las fundamentaciones pueden resultar incoherentes con la justificación.

6, 7, 8. Relevancia de los argumentos: ventaja, inconveniente y comparación

Ya se ha expuesto la distinción que se propone entre la justificación y la argumentación en los textos argumentativos. La argumentación no legitima sólo la concordancia entre los hechos y la conclusión, sino la validez total del texto, a partir de su coherencia. A pesar de que hechos y conclusión concuerden, a pesar de que la justificación sea aceptable, si la argumentación no es relevante, un texto argumentativo no es válido, porque no resulta coherente. La argumentación proporciona las herramientas retóricas para convencer o persuadir a los demás, cosa que, en último término, es la finalidad de elaborar un texto argumentativo. Las razones producidas deben ser pertinentes, basándose en el mismo cuerpo de conocimientos que permite aceptar la justificación, pero se refieren a otros aspectos relacionados con los hechos y que refuerzan el establecimiento de la conclusión. Desde el punto de vista del aprendizaje del razonamiento científico, tal vez este aspecto es el más complejo, porque es necesario encontrar las razones más relevantes entre todos los conocimientos que se tienen, poderlos justificar, y que permitan convencer a los otros de manera que les resulte coherente con el conocimiento que tienen. Ésta es una de las dificultades más importantes del alumnado (Llorens y De Jaime, 1995) en la producción de textos argumentativos, porque a menudo

Figura 5
Red del ítem: Validez formal del texto.



las razones dadas están desconectadas entre ellas o no están implicadas de forma lógica con la afirmación y no se puede establecer una línea argumentativa clara. El alumnado tiende a incorporar ideas científicas que no tienen relación entre ellas (desde el punto de vista del experto), formuladas en términos cotidianos, sin conceptos que estructuren la argumentación. Por estas razones, se analizan los tres tipos de argumentos por separado, teniendo en cuenta la pertinencia respecto a la ciencia-tecnología o al sentido común, los tipos de argumentos no relevantes, y sus justificaciones y fundamentaciones (implícitas o explícitas).

9. La ejemplificación

Ya se ha comentado que la ejemplificación es la relación entre la ciencia-tecnología y la vida cotidiana, en la cual el alumnado tiene que encontrar la aplicación del conocimiento científico que está poniendo en juego la argumentación. En este caso, la relación debería recaer en los diversos usos que tienen las diferentes técnicas de conservación de los alimentos. Por lo tanto, se analiza su pertinencia en los mismos términos en que se han analizado los argumentos, respecto de la fundamentación científico-técnica o del sentido común. Y por otra parte, se ha analizado si la ejemplificación es una consecuencia lógica de la conclusión o está relacionada con otros aspectos.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS DATOS

A continuación se analizan las producciones del alumnado en función de los ítems descritos en el apartado anterior.

Validez formal del texto

Lo primero que es necesario destacar, a partir de los datos recogidos en la red sistémica (Fig. 5), es que la gran mayoría de las producciones son válidas formalmente. En concreto, hay quince textos completos. En segundo lugar, constatamos que sólo en uno de los textos falta el inconveniente y es el argumento que está más justificado.

De las cinco producciones que están incompletas y, por lo tanto, no son válidas formalmente, sólo en un caso falta el componente principal: el hecho (o los datos): «El almacenaje del envasado al vacío es una técnica que... cuando se sacan de la fábrica los productos, si no se ponen en el refrigerador se echan a perder». Analizando a fondo estos textos, se puede comprobar que en realidad el alumno considera el mismo hecho como un inconveniente de la técnica de conservación y, por lo tanto, lo formula como tal porque no es capaz de distin-

guir estrictamente el hecho de su interpretación como inconveniente. Consecuentemente con esta dificultad, este alumno tampoco formula ninguna ventaja de la técnica. En tres casos de textos incompletos falta la conclusión y, además, la justificación principal, y alguna justificación y fundamentación secundarias. En uno de ellos, la argumentación está bien elaborada, pero, sencillamente, falta formular la conclusión final. En los otros dos, los argumentos utilizados no son pertinentes, son ambiguos o incongruentes entre ellos; por lo tanto, es lógico que les resulte difícil formular una conclusión (Fig. 6).

Figura 6
Ejemplo de un esquema de un texto sin conclusión.

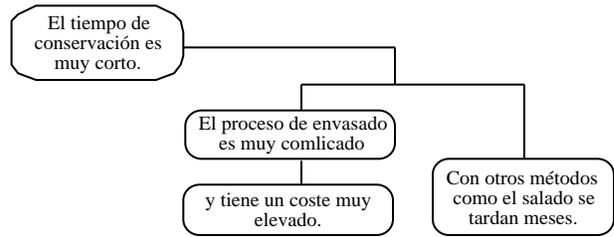
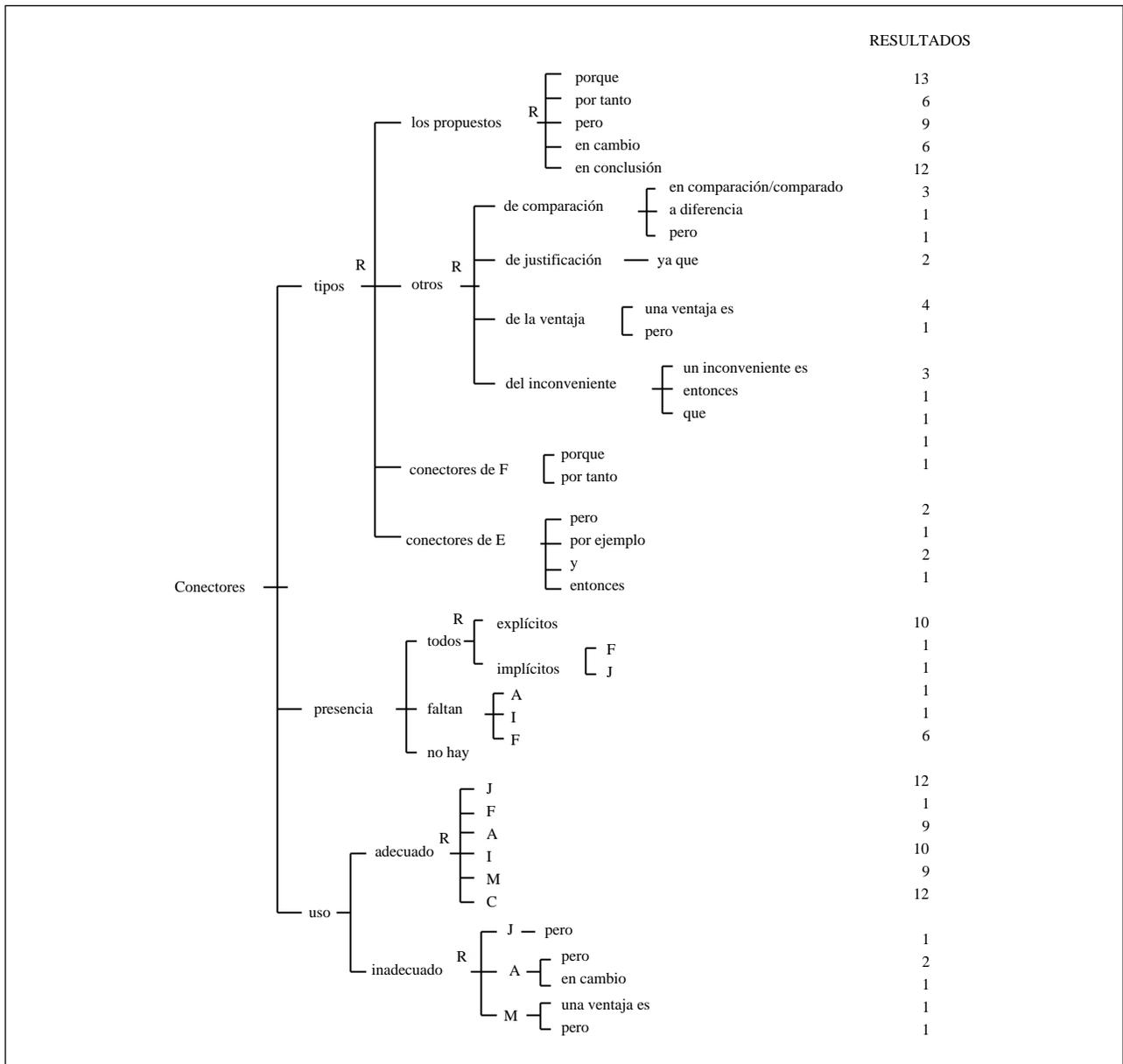


Figura 7
Red del ítem: Conectores.



En sólo un caso de texto incompleto falta la justificación principal. Es un texto complejo que sigue una argumentación que no es pertinente con el hecho inicial establecido, que se refiere a otra variable. La tesis formulada al inicio queda sin conexión con el resto de la argumentación y, por lo tanto, parece lógico que no esté justificada.

Por último, es destacable el hecho de que, de los cinco textos que no son válidos formalmente, sólo uno de ellos es un texto escrito; el resto son textos orales –improvisados durante la realización del juego de rol–. De los quince que son válidos formalmente, la mayoría son textos escritos y sólo cinco son orales. Por lo tanto, por lo que se refiere a la formulación y explicitación de los componentes del texto argumentativo, parece que el hecho de escribirlos ayuda al alumnado a ser capaz de tenerlos en cuenta.

Secuencia textual

Del análisis de este ítem, lo primero que es necesario destacar es que la mayoría de las producciones (trece) presentan conectores –sin tener en cuenta si son adecuados o no, implícitos o explícitos– y, por lo tanto, a este nivel, se puede decir que constituyen secuencias textuales. Diez de ellos presentan justificaciones y fundamentaciones de la mayoría de los enunciados o componentes del texto. Las siete producciones que no tienen conectores, ni de forma implícita ni explícita, no se consideran secuencias argumentativas. De hecho, si se analizan estas producciones a fondo, se puede comprobar que son oraciones desconectadas de significado entre sí. Por otra parte, sólo seis secuencias presentan el componente «ejemplificación», porque a los alumnos les costaba mucho establecer esta relación de la conservación de los alimentos con las aplicaciones de la vida cotidiana. Seguramente esta dificultad se puede explicar porque el juego de rol se realizaba en un contexto escolar o, sencillamente, por el hecho de que, en el texto discutido como modelo, el ejemplo estaba situado en la parte final del texto y el alumnado podría considerar que no era necesario esforzarse para incluir el último argumento. En cuanto a la relación entre el argumento ventaja y el

argumento inconveniente observamos que la mayoría de las secuencias elaboradas por el alumnado son muy parecidas a las que se les presentó a través del texto-ejemplo.

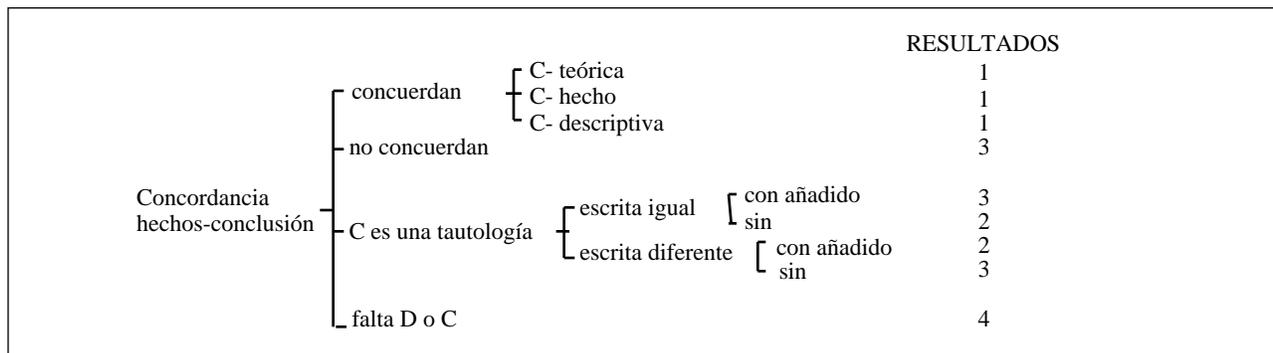
Conectores

En este ítem (Fig. 7) se analiza en primer lugar el tipo de conectores que utilizó el alumnado en sus producciones. Es destacable el hecho de que la gran mayoría de los conectores son los mismos que los propuestos por las profesoras en el texto discutido como ejemplo. El conector causal utilizado por excelencia es *porque*, tanto para las justificaciones como para las fundamentaciones; y algunos utilizan *ya que*. Los dos tipos de conectores consecutivos más utilizados son *por lo tanto*, y *como conclusión*, y algunas variaciones. Los conectores adversativos son los más variados: los más usados son *pero*, para introducir los inconvenientes, y *en cambio* para las comparaciones. Algunos de los introductorios de comparación son: *en comparación*, *comparado con*, *a diferencia de*, *pero*. Algunos de los introductorios de los inconvenientes son *que* y *entonces*. Dos ejemplos: a) «Entonces la debes descongelar bien porque si no, matas las células con los cristales aquellos que dijimos.» b) «[...] pero a diferencia del secado, por ejemplo, es que se puede envasar en el momento».

Los conectores de las ejemplificaciones los utilizan en función del tipo de oración que introducen, es decir, si no es ninguna consecuencia de la conclusión, sino que es una idea añadida a la argumentación, usan *entonces*, *por ejemplo* o la conjunción y coordinada: «Entonces las cámaras de congelación pueden tener mucha salida de camiones que pueden transportar el producto a muchos lugares.»

En cuanto a los tipos de conectores que utiliza el alumnado, es necesario destacar que las dificultades de identificación de los diferentes componentes del texto argumentativo hacen que aquél tenga la necesidad de explicitarlos a través de conexiones del tipo «Pero a diferencia del secado, por ejemplo, es que puede enva-

Figura 8
Red del ítem: Concordancia hechos-conclusión.



sarse en el momento (y eso sería una comparación).» Esta explicitación del tipo de componente que se está formulando se produce en los textos orales improvisados. Es necesario destacar, igualmente, que estos textos son los que presentan más dificultades de coordinación y subordinación, en definitiva, para establecer conexiones lógicas explícitas.

Por lo tanto, en cuanto al uso de los conectores, podemos decir que el hecho de escribir los textos ayuda al alumnado a explicitar y precisar un uso más adecuado con el fin de introducir los diferentes componentes de la argumentación.

Concordancia hechos-conclusión

El hecho más destacable del análisis de este ítem (Fig. 8) es que sólo en tres de las producciones encontramos una concordancia entre la tesis formulada inicialmente y la conclusión establecida finalmente. Una de estas conclusiones se establece en los términos científico-tecnológicos que el alumno utiliza en toda su argumentación: «El tiempo de conservación de los alimentos congelados es desde tres meses hasta un año. [...] La congelación de los alimentos es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo [que cuesta muy poco de preparar y no varía sus características organolépticas y nutritivas]». La segunda parte de la conclusión (entre corchetes) la afirma sin haber tenido en cuenta, en ningún momento de la argumentación escrita, su justificación teórica. Se refiere a esta razón porque es una de las orientaciones que se habían discutido durante la realización de la actividad y algunos compañeros las habían utilizado en sus textos. Éste es un ejemplo que muestra que, si bien desde la lógica formal la última frase es una consecuencia sin referente teórico,

teniendo en cuenta el contexto de la actividad, la debemos considerar como coherente y válida de forma implícita.

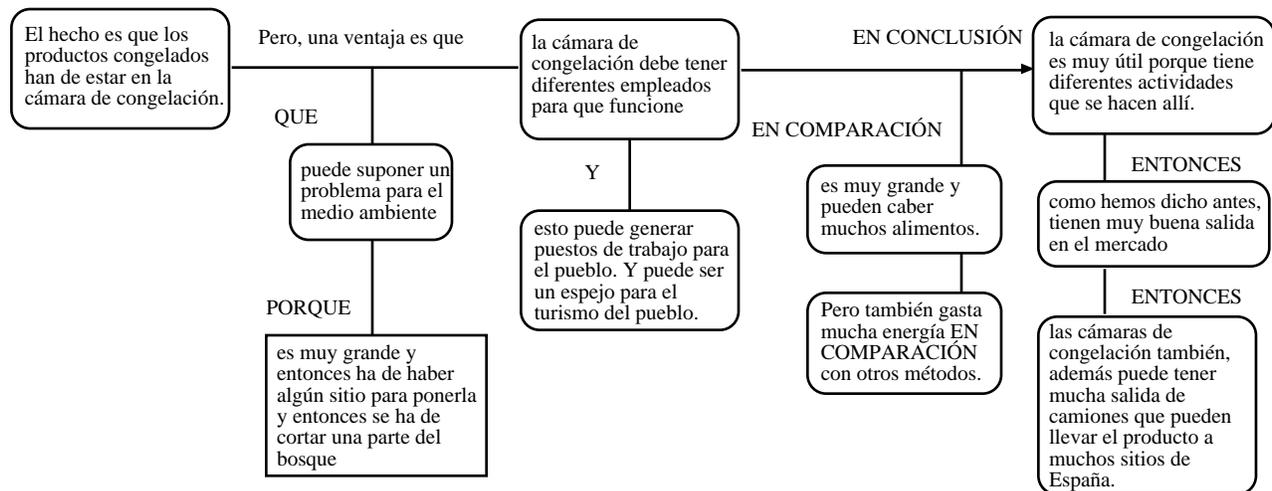
Otro alumno escribe una conclusión que sólo hace referencia al hecho inicial, sin tener en cuenta las razones que ha expuesto, y se sobreentiende el significado de lo que concluye, a pesar de que no lo acaba de decir: «Con el sistema de conservación del enlatado, el alimento puede durar desde uno a tres años [...] El enlatado es una buena técnica». La tercera producción en la que concuerdan hechos y conclusión es de una alumna que formula la conclusión en términos básicamente descriptivos: «El almacenaje del jamón salado necesita un lugar en la fábrica, bueno, dos salas bastante grandes. [...] Es un buen sistema para secar gran cantidad de jamones y que en principio es barato: depende de la temperatura exterior.»

Se han encontrado tres producciones que parten de una buena identificación del hecho inicial, pero que llegan a una conclusión que no concuerda con el ejemplo (Fig. 9). En los tres casos, la argumentación se construye sobre algunos aspectos que no son pertinentes, ya que se refieren a otras variables que afectan a los datos. Por lo tanto, la conclusión a la que llegan concuerda de alguna manera con algunos de los enunciados de la argumentación, pero no con la tesis inicial.

Éste es un caso en el que se detecta otra de las dificultades que tienen los estudiantes: creer que aquello más relevante es aquello que está de acuerdo con el modelo individual y seleccionar incorrectamente las evidencias y no distinguirlas de las interpretaciones.

Diez conclusiones de las producciones de los estudiantes son tautologías de la tesis inicial, o bien escritas exactamente con las mismas palabras, o bien con pala-

Figura 9
Ejemplo del esquema de un texto analizado en el que hechos y conclusión no concuerdan.



bras diferentes. Algunas, además aportan algún comentario añadido. En todos los casos, el hecho está bien identificado y formulado, las argumentaciones varían según cada texto, pero todos acaban concluyendo un enunciado que se refiere al mismo hecho: «El tiempo de preparación es muy corto. [...] El tiempo de preparación es muy corto, con otros métodos se tardan meses». Ésta es otra de las grandes dificultades del alumnado: diferenciar entre el nivel de los hechos que se deben argumentar y el nivel de la teoría que hay detrás y que los conduciría a una conclusión adecuada, en lugar de una tautología.

Aceptabilidad de la justificación principal

Casi la mitad de las justificaciones principales son pertinentes (Fig. 10): una, en relación con la vida cotidiana; siete, con relación a la ciencia-tecnología; y otra, a partir de los dos tipos de razones.

Las dos justificaciones basadas en el sentido común de la vida diaria son del mismo tipo: «La salida al mercado de los productos congelados es buena. [...] Porque al estar cortados y congelados no se debe hacer cola, es más higiénico y ya está cortado en trozos. Las ocho justificaciones que son pertinentes en el ámbito científico-tecnológico tienen diferente fuerza, según a que ámbito del cuerpo de conocimientos teóricos se refieren, es decir, que varían en función del valor epistemológico que tienen para convencer a los otros porque eliminan con mayor o menor grado la resistencia a las objeciones que les pueden hacer: «La conservación del jamón salado dura entre uno y dos años si el jamón no ha sido empezado. [...] Porque, cuando salamos, deshidratamos y los microorganismos no pueden crecer». Este primer ejemplo muestra una justificación principal que tiene mucha fuerza porque explicita la causa principal de la larga

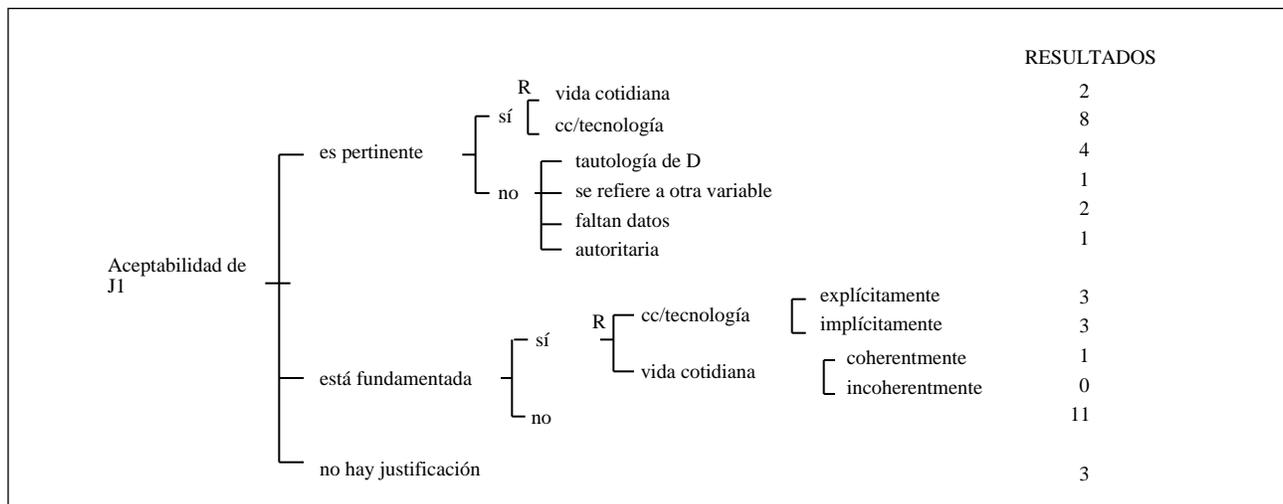
conservación del jamón salado (el hecho), de manera que no hay lugar para posibles objeciones. Además, cuando formula la afirmación inicial, concreta que él se refiere a la conservación del jamón cuando todavía no se ha empezado.

Un segundo ejemplo: «El almacenaje del jamón salado necesita un lugar en la fábrica, bueno, dos salas bastante grandes. [...] Una aireada para el secado natural y otra para hacerlo con calor artificial.» Esta justificación no tiene tanta fuerza porque no explicita el porqué son necesarios los dos tipos de salas, solamente describe la utilidad de cada una de ellas. En ambos casos los hechos están bien identificados y las evidencias no están sujetas a la interpretación, pero la selección de lo que es más relevante varía en función del modelo elegido para construir la justificación.

Por otra parte, es necesario destacar que, excepto dos casos, el resto de justificaciones aceptables se encuentra en las producciones escritas. Se puede decir que, en este caso, el hecho de haber pensado y escrito las ideas ayuda al alumnado a justificar correctamente, como ya se ha visto en el análisis de otros ítems. Ocho producciones más no justifican de forma aceptable, debido a diferentes razones de pertinencia; la mitad de las cuales son tautologías de la afirmación inicial: «Con el enlatado se come directamente y no es necesario hacer nada antes de comerlo. [...] Sólo es necesario abrir la lata y ya está».

En cuanto a los criterios que validan la justificación, proporcionados por su fundamentación, es necesario decir, en primer lugar, que faltan en la mayoría de los textos del alumnado. Las justificaciones principales que se refieren a la ciencia-tecnología están fundamentadas, tanto explícita como implícitamente, también desde la perspectiva de ciencia-tecnología y, por

Figura 10 Red del ítem: Aceptabilidad de la justificación principal.



En cuanto a las justificaciones de los inconvenientes, en la mayoría de las producciones se han podido considerar como implícitas. Las que son explícitas se refieren al contexto de la ciencia-tecnología (a) o al contexto de la vida cotidiana (b): a) «Un alimento congelado no te lo puedes llevar de excursión. [...] Porque, claro, tienes que cocinarlo.» b) «Un inconveniente es que hay un tiempo muy... que no puedes secar. [...] Tienes que hacerlo con calor artificial, pues... que gastas demasiado y entonces el presupuesto de la fábrica sale más alto.»

Por último, cabe destacar que sólo en uno de los textos aparece una justificación fundamentada del inconveniente de forma explícita; y en otro caso se ha considerado como implícita. En las demás producciones no existe tal fundamentación.

Relevancia de la comparación

Las comparaciones explicitadas, tanto las que son pertinentes como aquéllas que no lo son, se han formulado en relación a la ciencia-tecnología. La gran mayoría de las comparaciones establecidas se refieren a la misma variable: unos productos tratados con una determinada técnica se conservan durante más tiempo que con otro método. Los alumnos que defienden las técnicas que permiten conservar durante más tiempo los alimentos destacan este hecho para contraponerlo con los métodos que permiten una conservación de menor duración: «En cambio, otros métodos como la refrigeración no eliminan todos los microorganismos y los que quedan pueden reproducirse [congelación]. Y los segundos exaltan la rapidez del proceso de conservación: En otros métodos se tardan meses; éste es instantáneo [envasado al vacío].»

Es necesario destacar que, mientras que los estudiantes estaban elaborando sus producciones, se detectó la gran dificultad que tenían para establecer comparaciones lógicas y coherentes, porque tendían a falsear las evidencias, de manera que exaltaban el método de conserva-

ción defendido con ideas que iban más allá de los límites de la propia técnica. Los argumentos resultantes eran, en la mayoría de los casos, autoritarios (*porque es la mejor técnica*) o falacias. Para ilustrarlo, mostramos la siguiente transcripción de la discusión de un argumento:

C. –Con el enlatado se tiene que vigilar bien antes de comer, o sea, que la lata puede estar en mal estado, o sea: si la lata está hinchada o así, entonces no la tenemos que comprar.

L. –Pero esto no es culpa nuestra, es de la fábrica.

C. –Pero, ¡tú eres la fábrica!

L. –Pero hacemos controles de calidad, en nuestra empresa.

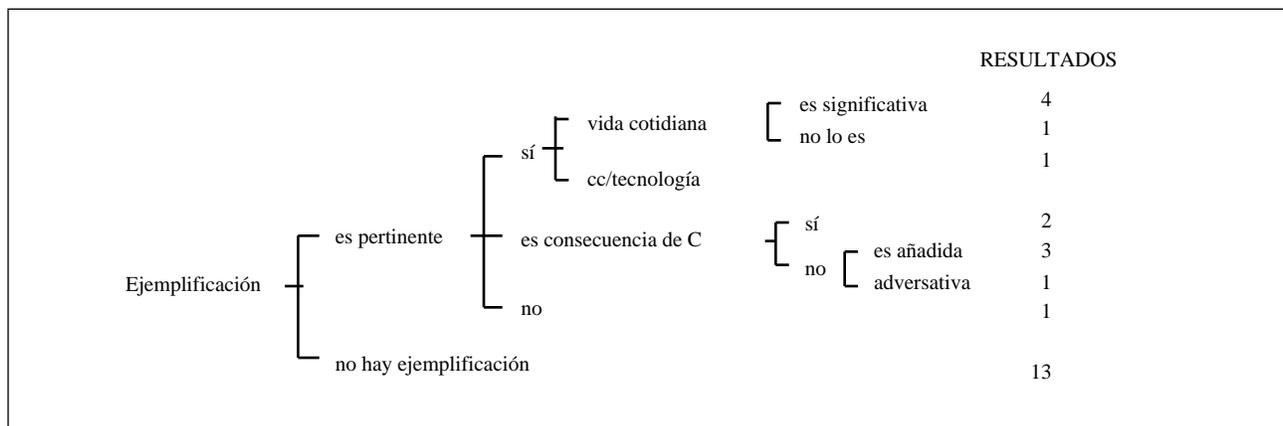
Por otra parte, en los tipos de comparaciones que no son pertinentes volvemos a observar las mismas categorías que se han analizado en los demás tipos de argumentos: tautologías de la tesis inicial, enunciados referidos a otra variable o ambiguos. En cuanto a las justificaciones de las comparaciones, hay que destacar que sólo una de ellas es explícita, tres se han considerado como implícitas, pero la gran mayoría no las producen. De la misma manera, casi ninguna de ellas está fundamentada.

La ejemplificación

De las seis producciones que formulan la ejemplificación (Fig. 12), una de ellas se refiere explícitamente a los conocimientos sobre ciencia-tecnología que el alumno había aprendido durante la unidad didáctica: «En este método no se ha añadido ningún tipo de ingrediente que pueda variar el gusto o el color.» Excepto en dos casos, las demás ejemplificaciones se refieren a varios aspectos del sentido común, y de forma significativa: «Entonces, como hemos dicho antes, tienen muy buena salida al mercado, entonces las cámaras de congelación también, además, pueden tener bastante salida de camiones que pueden llevar el producto a muchos lugares.»

El siguiente ejemplo es el caso de una proposición adversativa que desarrolla una función muy importante

Figura 12
Red del ítem: Ejemplificación.



en la argumentación del alumno para que la conclusión sea aceptada por los demás: «En conclusión, el envasado al vacío requiere una infraestructura muy compleja y un coste elevado. Pero todo este gasto se acaba compensando con el éxito de las ventas.»

CONCLUSIONES Y CONSECUENCIAS DIDÁCTICAS

Los resultados de nuestro estudio muestran que, en cuanto al patrón estructural o anatomía del texto argumentativo, la mayoría de las producciones de los estudiantes son secuencias textuales argumentativas completas o casi con todos los conectores del tipo lógico-argumentativo explícitos. En cambio, las grandes dificultades las encontramos al analizar la fisiología de los textos.

Así, encontramos que los estudiantes no seleccionan argumentos relevantes y pertinentes desde el punto de vista científico—hecho que pone de relieve que no se han representado adecuadamente el objetivo de la actividad—y tampoco saben anticipar y planificar las estrategias y operaciones necesarias para la producción del texto argumentativo. Tienen dificultades para seleccionar las evidencias significativas debido a que buscan razones en sus preconcepciones más que en los modelos de la ciencia, al no distinguir entre los hechos y sus interpretaciones, en el establecimiento de inferencias no justificadas, y en la afirmación de consecuencias sin tener en cuenta el contexto teórico. Por otra parte, al no estar la tarea planificada, el alumnado tiene muchas dificultades para llegar a una conclusión significativa que concuerde con el hecho enunciado; problema muy ligado también a la falta de autorregulación de todo el proceso.

Podríamos afirmar, pues, que el conjunto del alumnado ha intentado «cumplir» con la demanda del profesorado—escribir una argumentación—preocupándose más por el hecho de que sus producciones contuviesen los elementos estructurales necesarios de una buena argumentación que no por el hecho de que los razonamientos seleccionados fuesen significativos y tuviesen validez científica. Seguramente esta manera de afrontar la realización de la tarea le requería menos esfuerzo, ya que sólo debía pensar en los aspectos «formales», pero el análisis también pone de manifiesto que es necesario evaluar y regular la representación que se hace el alumnado de los objetivos de la actividad a realizar; especialmente si tiene subobjetivos aparentemente diferenciados, como son expresar razonamientos convincentes y escribirlos (o decirlos) de forma adecuada.

En cuanto a la propia ejecución de la tarea, es decir, a la hora de escribir, la mayoría de los textos realizados reflejan la naturaleza argumentativa, porque dejan entrever su intencionalidad y están adaptados al nivel de conocimientos de los receptores a fin de que los puedan entender. Seguramente, ésta es una explicación del porqué se ha constatado el elevado uso de las tautologías al argumentar la utilización de variables que no son rele-

vantes, la producción de enunciados ambiguos o incongruentes y la aplicación de argumentos autoritarios o con falta de datos que permitan validarlos. Tanto las justificaciones como las fundamentaciones (siempre coherentes) están formuladas tanto en términos del conocimiento teórico ciencia-tecnología, como con relación al conocimiento empírico construido a partir de la vida cotidiana. El alumnado tiene muchas dificultades para distinguir el nivel de significados de lo cotidiano y lo científico, de manera que en un mismo texto se mezclan los dos tipos de conocimiento. De la misma manera, en una misma producción coexisten razones y argumentos pertinentes y coherentes, y otros que no son relevantes.

Al comparar los textos escritos con los orales se constata que, en general, en los primeros se utilizan los sustantivos de forma más precisa y sujetos más abstractos frente al uso de términos comodín del lenguaje cotidiano utilizados en los segundos. También en los primeros se explicitan más las relaciones lógico-argumentativas y el texto está más estructurado frente a las relaciones de tipo continuativo y menos estructuradas que del oral. Otra de las diferencias es que los textos escritos utilizan más las oraciones pasivas e impersonales en un lenguaje más descontextualizado, frente al uso indicativo y las formas personales primera del singular y del plural de los textos orales.

A pesar de la relativa pobreza teórica de la argumentación expresada, los textos que produjeron estos chicos y chicas estaban más estructurados que los anteriores, es decir, se notó una mejora en el objetivo que el alumnado había percibido como importante. Asimismo, continuamos planteando la hipótesis y el reto según el cual, a fin de que el alumnado progrese en su conocimiento científico, debe llegar a reconocer que tan importante es intentar mejorar la calidad de las ideas expresadas como la forma de expresarlas, y que debe ir aprendiendo a planificar los dos aspectos de forma conjunta.

Para conseguir este objetivo será necesario diseñar procesos didácticos mucho más largos que la actividad que dio lugar a este trabajo. Representa un cambio en las maneras como el alumnado cree que se aprenden las ciencias y en la valoración sobre la importancia del lenguaje en su aprendizaje y, ya se sabe, que los cambios en las concepciones, en los valores y en las prácticas no son fáciles. Para promover estos cambios creemos que el marco de referencia elaborado y la metodología de análisis diseñada pueden ser una buena herramienta, tanto para enseñar al alumnado a elaborar buenos textos argumentativos en el campo de la ciencia escolar como para valorar las dificultades con que se encuentran.

Por una parte, consideramos que el instrumento utilizado para el análisis (Fig. 4) también puede ser utilizado por el alumnado para reconocer las características de este tipo de textos, para anticipar y planificar las operaciones necesarias, y para evaluar y regular su calidad, aspectos todos ellos fundamentales en la realización de actividades para aprender (Jorba y Sanmartí, 1996; Veslin y Veslin, 1992). Seguramente no se trata tanto de dar el instrumento ya elaborado como de promover que los

estudiantes construyan el suyo –una «base de orientación»– a partir del análisis de buenos textos argumentativos, bien elaborados por el profesorado, bien por otros compañeros, o bien que se encuentre en libros. El instrumento-modelo puede ser un referente para el profesorado y también para el alumnado a fin de evaluar-regular el suyo.

Por otra parte, el tipo de análisis realizado y las redes sistémicas diseñadas también pueden ser útiles al profesorado (y al mismo alumnado) para evaluar la calidad de los textos argumentativos producidos y reconocer los principales tipos de dificultades. Eso puede permitir orientar más específicamente la actividad en el aula hacia la superación de estas dificultades, que pueden ser diferentes para cada chico y chica.

Consideramos que todo proceso de enseñanza y aprendizaje –y este caso de elaboración de textos científicos argumentativos no es sólo una muestra– es fundamental-

mente un proceso de regulación continua: de la enseñanza, porque el profesorado debe poder identificar las necesidades del alumnado, y proporcionarle herramientas para ayudarlo a satisfacerlas; y del aprendizaje, porque el propio alumnado debe reconocer sus dificultades y encontrar caminos para superarlas. Creemos que es importante continuar investigando sobre las formas de responder a estos retos, muy especialmente en el campo de la expresión de las ideas de la ciencia.

NOTA

¹. Citado por Driver y Newton (1997).

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer los comentarios y sugerencias de las profesoras Mercè Izquierdo y Àngels Prat en la elaboración de este artículo.

La investigación en la cual se basa el contenido de este trabajo ha sido aprobada y financiada por el «Ministerio de Educación y Cultura» a través de la convocatoria del CIDE de ayudas a la investigación educativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, J.M. (1992). *Les textes: types et prototypes*. París: Nathan.
- BLISS, J. et al. (1983). *Qualitative Data Analysis for educational research. A guide to uses of systemic networks*. Londres: Croom Helm.
- CALSAMIGLIA, H. y TUSÓN, A. (1999). *Las cosas del decir*. Barcelona: Ariel.
- CUSTODIO, E. y SANMARTÍ, N. (1997). Aprender a justificar científicamente: el caso de l'origen dels éssers vius. *Temps d'Educació*, 18, pp. 17-41.
- DIJK, T.A. Van (1978). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.
- DRIVER, R. y NEWTON, P. (1997). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Paper preparat per presentar-lo a la Conferència ESERA, del 2 al 6 de setembre de 1997. Roma.
- DUSHL, R.A. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- GIERE, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, pp. 63-69.
- HALLDÉN, O. (1988). The evolution of the species: pupil perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education*, 10(5), pp. 541-552.
- IZQUIERDO, M. y SANMARTÍ, N. (1998). Ensenyar a llegir i a escriure textos de ciències de la naturalesa, en Jorba, J., Gómez, I. i Prat, A. (eds.). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars*, pp. 210-233. Bellaterra: ICE de la UAB.
- JIMÉNEZ, M. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 203-216.
- JORBA, J. (1998). La comunicació i les habilitats cognitivo-lingüístiques, en Jorba, J., Gómez, I. y Prat, A. (eds.). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars*, pp. 37-58. Bellaterra: ICE de la UAB.
- JORBA, J. y SANMARTÍ, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. MEC-CIDE.
- LAYTON, D. (1992). Science and technology teacher training and the quest for quality, en Layton, D. (ed.). *Innovations in Science and Technology Education*, 4. París: UNESCO.
- LEMKE, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- LLORENS, J.A. y DE JAIME, M.C. (1995). La producción de textos escritos en el aprendizaje de las ciencias. Bases para un programa de investigación. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 25, pp. 113-132.
- OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (1998). *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria*. Madrid: Aula XXI-Santillana.
- PRAT, A. (1998). Habilitats cognitivo-lingüístiques i tipologia textual, en Jorba, J., Gómez, I. y Prat, A. (eds.). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars*, pp. 59-84. Bellaterra: ICE de la UAB.
- PUJOL, R.M., SARDÀ, A. y RODRÍGUEZ, A. (1998). La conservación de los alimentos, en Pujol, R.M. i Sanmartí, N. (coords.). *Guía Praxis para el profesorado de ESO. Ciencias de la Naturaleza*, pp. 96-104. Barcelona: Praxis.
- SANMARTÍ, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12, pp. 51-61.
- SANMARTÍ, N., IZQUIERDO, M. y GARCÍA, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, pp. 54-58.
- SARDÀ, A. (1999). Una estratègia per ensenyar a argumentar a les classes de ciències, en Borràs, A., Jorge, J., Beltran, T., Tarruella, R. y Mata-Perelló, J.M. (eds.). *Recerca i innovació a l'aula de Ciències de la Naturalesa*, pp. 519-530. Manresa: UPC.
- SUTTON, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, pp. 8-32.
- TOULMIN, S.E. (1993). *Les usages de l'argumentation*. París: PUF. (1a. ed. The uses of Argument, 1958).
- VESLIN, O. y VESLIN, J. (1992). *Corregir des copies*. París: Hachette Education.

[Artículo recibido en septiembre de 1999 y aceptado en marzo de 2000.]