

La argumentación en los libros de texto de ciencias

M^a Pilar Jiménez Aleixandre
Víctor Álvarez Pérez
Juan M. Lago Lestón

Las perspectivas sobre el aprendizaje de las ciencias que se han ido configurando durante los últimos años dibujan una panorámica compleja en la que hay que atender a diferentes cuestiones y problemas que interactúan en el aprendizaje. Hoy día se contemplan como objetivos de la enseñanza de las ciencias, además de la construcción de modelos sobre el mundo físico y natural, otros como el desarrollo de competencias comunicativas, por ejemplo la capacidad de razonar o argumentar en cuestiones de ciencias. En otras palabras, para poder construir estos modelos explicativos y operar con ellos es necesario, no sólo aprender significativamente los conceptos implicados, sino también ser capaz de escoger el mejor modelo entre distintas opciones, así como justificar los criterios que conducen a esa elección. Esta ampliación de objetivos persigue además de aprender el "qué" de las ciencias, participar en su forma de trabajar, en sus métodos, en su forma de enfrentarse a los problemas. Esto se puede expresar de otra forma diciendo que el alumnado debe apropiarse del lenguaje

El aprendizaje de las ciencias debe incluir como objetivo el desarrollo de la capacidad de argumentación.

científico, entendido en sentido amplio. En este trabajo se discute un aspecto específico del razonamiento científico: la argumentación. En el primer apartado se resumen algunos de los significados con los que se utiliza el término argumentación; en el segundo se presenta brevemente el proyecto RODA sobre la argumentación en las clases de ciencias y los instrumentos utilizados en el análisis; a continuación, se discuten ejemplos de resultados del análisis de argumentación en textos en Física y Medio Ambiente, y se finaliza con algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias.

El aprendizaje de las ciencias y la argumentación

El aprendizaje de las ciencias es una cuestión compleja que depende de interacciones entre múltiples componentes, por ejemplo la persona que aprende, el contenido que se debe aprender o el contexto de la tarea. El aprendizaje de las ciencias incluye también aspectos relacionados con la forma de resolver problemas que es característica de la ciencia, con la articulación entre datos y pruebas por un lado, y conclusiones o interpretaciones por otro. Tener en cuenta la capacidad de argumentación entre los objetivos de la enseñanza de las ciencias significa varias cosas. En primer lugar se debe reconocer la contribución de las prácticas o procesos discursivos en la construcción del conocimiento científico.

Por discurso se entiende aquí el sistema de comunicación en una comunidad o contexto determinado, sea un laboratorio científico, sea el aula, y los significados que se comparten entre los participantes en esa comunidad, sobre todo por medio del lenguaje oral o escrito, pero también por medio de gestos, dibujos, gráficos u otros modos de comunicación. Aunque la construcción del conocimiento científico se identifica comúnmente con la realización de experimentos en un contexto de laboratorio, hacer ciencia no es sólo realizar experimentos, sino también proponer y discutir ideas, evaluar diferentes alternativas y elegir entre distintas explicaciones. Por ejemplo, un artículo que ha tenido gran relevancia en la Biología del siglo XX, la propuesta de un modelo tridimensional (doble hélice) para la estructura del ADN (Watson y Crick, 1953), está basado en datos de otros investigadores, Chargaff, Franklin, Wilkins, y no en un informe sobre experimentación.

En segundo lugar se debe ampliar la forma de entender el aprendizaje de las ciencias, que comprende no sólo la exploración, sino también justificar las explicaciones teóricas en relación con los datos o pruebas (Khun, 1993), es decir, analizar las hipótesis y conclusiones en conexión con las comprobaciones experimentales (Jiménez, 1998). Esto supone poner de manifiesto en las clases de ciencias que la elección entre modelos explicativos, o soluciones a un problema, está basada en los datos disponibles. Aunque

esto puede parecer obvio para el profesorado, no siempre lo es para el alumnado que, según nuestra experiencia, encuentra grandes dificultades en distinguir qué datos apoyan o contradicen determinado enunciado.

Y por último, tener en cuenta la capacidad de argumentación implica proponer como objetivo la participación de las y los estudiantes en el discurso de las ciencias, en el lenguaje de la comunidad científica, utilizando léxico, símbolos y metáforas, lo cual constituye todo un sistema de recursos para crear significados. Esto supone tener en cuenta en clase los aspectos relacionados con la comunicación, tan relevantes en la comunidad científica.

Driver, Newton y Osborne (2000) han realizado una revisión de distintos significados de los términos "argumento" y "argumentación", partiendo de la idea de argumentar como práctica humana, individual o social, como forma en que razonan las personas en situaciones reales (incluyendo la producción del conocimiento científico) frente al razonamiento lógico, a reglas abstractas para llegar a inferencias correctas. Driver *et al* (2000) distinguen entre argumentos retóricos y dialógicos. Los primeros serían razones para convencer a alguien, como ocurre en clase cuando se presenta una interpretación científica. Los argumentos dialógicos son aquellos en los que se someten a examen diferentes alternativas y proporcionan mejores oportunidades

para que las y los estudiantes elaboren sus propios argumentos. Por otro lado, cabe distinguir entre argumentos racionales y persuasivos: en el primer caso, se entiende la argumentación como la búsqueda de una resolución racional a un problema, mientras que en el segundo se pone el acento en lograr la aprobación o consenso por parte de una audiencia o grupo. La posición de Driver *et al* (2000) en cuanto a la racionalidad es reconocer que todos los argumentos o enunciados están situados, es decir influidos por una cultura, época o ideología determinadas. Esto no significa que sean totalmente relativos, ya que existen métodos y criterios para comparar enunciados alternativos y elegir el mejor (Jiménez, 1996).

Podemos decir que promover la capacidad de argumentación es un objetivo de carácter epistémico, más relacionado con la construcción del conocimiento científico que con el contenido, aunque no se puede olvidar que para poder participar en la construcción de la ciencia es preciso manejar conceptos y teorías. Los argumentos que nos interesan son únicamente los sustantivos (Toulmin, 1958), es decir, aquellos en los que es necesario un conocimiento del contenido. En la construcción de modelos explicativos ambos elementos, conceptos y justificaciones (razones que llevan a escoger uno u otro) son necesarios y están estrechamente relacionados: por ejemplo, al atribuir el origen de las montañas a los movimientos de las placas o tectónica global estamos

utilizando por una parte, conceptos geológicos y físicos, y por otra, razones que llevan a desechar otras teorías anteriores como la de la contracción terrestre. Algunas investigaciones educativas prestan mayor atención a los conceptos y otras al proceso de justificación. En nuestro caso hemos prestado especial atención a un aspecto de la argumentación que es la forma de justificar los enunciados teóricos en relación con los datos y el conocimiento de referencia.

Nuestra propuesta de que el aprendizaje de las ciencias debe incluir situaciones en las que haya que optar entre diferentes explicaciones, hipótesis, modelos o soluciones a un problema está fundamentada, desde el punto de vista filosófico entre otros, en los trabajos de Toulmin (1958, 1977) y en la perspectiva cognitiva de Giere (1988). Toulmin analiza el proceso de selección intelectual que lleva a la sustitución de un concepto por otro. Giere considera el razonamiento científico más como un proceso de toma de decisiones, de elección entre diferentes teorías alternativas, que como procesos de inferencia. En su opinión la inferencia ha sido contemplada de forma sesgada como la dimensión más importante del razonamiento científico. Duschl (1997) desarrolla ejemplos de aplicación del proceso de elección entre teorías alternativas propuesto por Giere, a diferentes casos de teorías científicas desarrolladas a lo largo de la historia como la tectónica global, la teoría de la evolución, la teoría atómica y la mecánica newtoniana. Un

aspecto importante en la opción por una determinada explicación son los criterios que llevan a ella. A este respecto, consideramos que no es adecuado trasladar a las clases de ciencias las posiciones del relativismo radical, que niegan la existencia de criterios racionales para enjuiciar las teorías científicas. La existencia de criterios racionales es lo que nos permite delimitar la ciencia de las creencias pseudocientíficas (Jiménez, 1996) y promover que el alumnado haga suya esta distinción. Éste es un asunto más actual que lo que pueda parecer a primera vista en un momento en que más del 50% de los estudiantes universitarios consideran científica la astrología. Otra cuestión diferente es que en la elección entre teorías, a lo largo de la historia de la ciencia, hayan influido otros criterios además de los racionales, ya que la ciencia es también una construcción social.

La perspectiva de la construcción social de la ciencia es la que ha guiado estudios sociológicos de la actividad científica como el de Latour y Woolgar (1995) que analizan la actividad científica en un laboratorio de Biología, caracterizando esta práctica como un intento de poner orden en un conjunto desordenado de observaciones. Entre las operaciones encaminadas a crear orden, como el registro de datos o la escritura, nos interesa para la argumentación la construcción y destrucción de hechos científicos en las discusiones, o la forma en que un enunciado que comienza siendo hipotético pasa a no ser puesto en duda (o a ser descartado).

El análisis de las clases de ciencias pone de manifiesto que los estudiantes también realizan algunas de estas operaciones, por ejemplo construir hechos y datos, o modificar el estatus de los enunciados, al resolver problemas (Jiménez, Duschl y Díaz, 1998). La clase de ciencias también puede ser contemplada como una comunidad donde se produce y se usa el conocimiento, y en ella los textos científicos son una de las fuentes de datos y de autoridad.

Tomar decisiones sobre los datos, discutir qué pautas aparecen en ellos, justificar una decisión, proponer una explicación, es tomar parte en el discurso de las ciencias, en la construcción de significados en ellas, participar activamente en su sistema de comunicación (no sólo como receptores pasivos), se haga en un laboratorio de investigación o –a otra escala– en el aula. Lemke (1997) ha acuñado la expresión "hablar ciencias" para distinguir entre las situaciones de clase en las que los estudiantes toman parte activa en la construcción de significados y aquéllas, que denomina diálogo triádico (pregunta del docente –respuesta de los estudiantes– evaluación del docente) en las que no "hablan ciencias", por ejemplo cuando resuelven tareas estereotipadas a las que responden según lo que creen que se espera de ellos. Para este autor "hablar ciencias" es distinto de hablar "sobre" ciencias ya que significa participar en la construcción de las ciencias por medio del lenguaje (entendido en sentido amplio, es decir verbal, gestual, simbólico, gráfico),

y pone como ejemplos de ello actividades como describir un objeto o fenómeno, comparar explicaciones o datos, discutir sobre un experimento, justificar una opción, comunicar a otras personas una decisión o unos resultados, escribir informes de laboratorio.

Argumentación en las aulas de secundaria: el proyecto RODA

En esta perspectiva, en el proyecto RODA (Razonamiento, Discusión y Argumentación) llevado a cabo en la Universidad de Santiago de Compostela, nos interesamos por el razonamiento y la argumentación en el discurso de las clases de ciencias, en particular en la enseñanza secundaria. Durante los años ochenta y noventa gran parte de la investigación educativa en didáctica de las ciencias ha prestado atención sobre todo a las interpretaciones del alumnado, a sus modelos sobre el mundo físico y natural. Estos estudios han proporcionado muchos datos de interés y han transformado nuestra visión del aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, en la actualidad creemos necesario tomar otra perspectiva: analizar situaciones reales de clase, las actividades llevadas a cabo por las y los estudiantes, y en particular los procesos de razonamiento y argumentación. En concreto, el problema que estudiamos es la forma en que relacionan las y los estudiantes los datos con las conclusiones, y la forma en que justifican sus enunciados o sus acciones.

Los métodos utilizados para estos propósitos incluyen la grabación en audio y vídeo de clases de ciencias, en el aula y en el laboratorio, con especial atención a las situaciones en que los estudiantes resuelven problemas y discuten en pequeños grupos. También se analizan sus producciones: informes, cuadernos de laboratorio y carpetas ("portfolios") que recogen todas las tareas realizadas durante una unidad didáctica. Estos análisis que se discuten en otros trabajos (por ejemplo, Jiménez, Bugallo y Duschl, 2000; Reigosa y Jiménez, 2000).

Los resultados nos indicaron que en la mayor parte de las clases de ciencias convencionales, apenas hay razonamiento o argumentación por parte del alumnado. Creemos que esta ausencia tiene relación con los fines de la instrucción planteados por el diseño curricular, con los materiales y con los profesores o profesoras. Si el desarrollo de las capacidades de razonar y argumentar no se tienen en cuenta entre los objetivos, no es de esperar que se diseñen tareas encaminadas a ello. Hay, sin embargo, ambientes de aprendizaje que favorecen la discusión y el razonamiento, como es la resolución por parte del alumnado de problemas contextualizados, es decir problemas "auténticos" (Jiménez, 1998).

Teniendo en cuenta la importancia de los libros de texto en la instrucción y su influencia en el aprendizaje del alumnado, una de las cuestiones que cabe preguntarse

es si los propios textos de ciencias relacionan explícitamente las teorías y los datos, si en ellos se emplean estrategias de razonamiento similares a las que deseáramos que empleasen los estudiantes, o qué pautas de argumentación siguen. Puesto que los libros de texto son el material curricular utilizado por la casi totalidad del profesorado, es interesante analizar la argumentación existente en los mismos. En este trabajo se presentan resultados del análisis de argumentaciones en algunos libros de texto.

A continuación se discute el modelo de Toulmin empleado en el análisis, tanto para el discurso del alumnado como para los textos. Los problemas estudiados y su contexto disciplinar se presentan en un apartado posterior.

El modelo de argumentación de Toulmin

Stephen Toulmin se ha interesado tanto por el uso colectivo de conceptos, como por la forma de argumentar de los seres humanos y la relación de estos dos aspectos con el lenguaje. En cuanto al desarrollo conceptual ha propuesto una teoría que pretende explicar no sólo el cambio conceptual, sino también la continuidad o estabilidad de las ideas a lo largo de la historia de la ciencia (Toulmin, 1977). Lo hace de forma análoga a la teoría darwinista que explica no sólo el cambio de las especies, sino también su continuidad. Igual que en

el modelo darwinista la selección natural opera sobre una variedad de caracteres dentro de una especie, la selección intelectual opera sobre una variedad de conceptos (de los que unos sobreviven y otros desaparecen). Toulmin (1977) pone el acento en la dimensión colectiva de los conceptos, subrayando que:

"... cada uno de nosotros piensa sus propios pensamientos, pero los conceptos los compartimos con nuestros semejantes. En efecto, de lo que creemos somos responsables como individuos; pero el lenguaje en que se articulan nuestras creencias es propiedad pública" (pág. 49).

Analiza las complejas interacciones entre ideas o conceptos, pruebas empíricas y autoridad intelectual, en lo que denomina ecología intelectual o ecología conceptual, concepto que ha sido utilizado en didáctica de ciencias, tanto en los estudios sobre cambio conceptual, como en el análisis del discurso del alumnado. La elección colectiva por la comunidad científica de un concepto o teoría, o la sustitución de un modelo por otro, se explica, más que por la lógica formal, por la interrelación entre los objetivos intelectuales de una disciplina o campo dado, los problemas que pretende resolver y la aplicación de los elementos de juicio o criterios de elección. Es decir, hay un razonamiento lógico, pero no sigue los mismos criterios que la lógica formal, algo semejante a lo que propone en su modelo de argumentación.

En su libro *The uses of Argument* Toulmin (1958) propone un modelo de argumentación como un proceso racional más conectado con la práctica que con la teoría lógica, estableciendo una analogía con la jurisprudencia, la decisión entre argumentos de distintas partes. Este modelo es el que hemos utilizado como herramienta de análisis de la argumentación.

Toulmin propone seis componentes de los argumentos, de los cuales los tres primeros son considerados básicos. A continuación se presentan en una traducción que no es siempre literal, ya que hemos modificado algunos aspectos y añadido categorías nuevas siguiendo a Kelly, Drucker y Chen (1998):

- a) *Datos* o "hechos" a los que se apela como base para la conclusión: en ellos distinguimos entre datos suministrados (por una fuente externa, como un texto) y datos obtenidos por la persona que argumenta. Dentro de éstos últimos se distingue entre datos empíricos, por ejemplo los que proceden de una experiencia en el laboratorio, y datos hipotéticos. Por ejemplo, cuando se trataba de explicar por qué los pollitos en las granjas son amarillos y no moteados como los de las especies de vida libre, en un estudio de Jiménez *et al* (2000), un dato suministrado podría ser "Los pollitos de gallina criados en granjas son amarillos o pálidos".
- b) *Conclusiones*, enunciados cuya validez se pretende establecer. Los enunciados que cuestionan la validez de otros se han

denominado, siguiendo a Pontecorvo y Girardet (1993), oposición. Por ejemplo, en el estudio de Jiménez *et al* (2000) mencionado anteriormente, la oposición de una alumna a un enunciado que atribuía el origen del color de los pollitos a la comida de la granja fue "Pues no (es la comida)", seguido de la justificación que se reproduce a continuación.

- c) *Justificaciones*, enunciados que justifican la conexión entre los datos y las conclusiones. En nuestra opinión son un componente clave, que permite evaluar la calidad de la argumentación. Así, en el ejemplo anterior la justificación de la oposición fue anterior "porque tú, aunque comas mucha lechuga, la cara no se te pone verde".
- d) *Conocimiento* básico, de carácter teórico que ejerce como respaldo (así lo denomina Toulmin) de la justificación. Puede proceder de distintas fuentes: docente, libro, guión o elaboración propia. En los argumentos sobre cuestiones de ciencias, la conclusión y la justificación deben ser coherentes con el marco disciplinar de referencia. Continuando con el ejemplo de los pollitos, frente a un enunciado que suponía herencia de caracteres adquiridos, una alumna indica "Eso sería si la teoría de Lamarck fuese cierta, pero como no es cierta...".

A estos cuatro componentes se agregan, en algunos casos:

- e) *Calificadores modales*: condiciones que regulan la hipótesis o conclusión. Por

ejemplo, se puede añadir el calificador "con el tiempo" al enunciado de que si se pone un pollito en una granja no se vuelve blanco: "pero con el tiempo sí que se vuelve".

- f) *Refutación*: condiciones en las que se descartaría la hipótesis o conclusión. En el debate anterior, frente a dos alumnas que se oponen a la atribución del color a la comida o al color del ambiente, ya que los humanos no se vuelven verdes por comer vegetales, otro alumno exclama: "¡Eso es comparar a los pollos con las personas!", indicando que no los considera comparables y que, por tanto, esa justificación no es aceptable.

Hay que tener en cuenta que estos componentes pueden ser explícitos, o haber algunos implícitos, como ocurre con frecuencia en las discusiones verbales. En la tabla 1 se resumen estos elementos, con ejemplos de los textos y del discurso del alumnado, y en la figura 1 se reproduce un ejemplo, discutido más adelante, en el formato del esquema en el que Toulmin representa sus relaciones.

Nos interesa tener en cuenta cómo consideran los alumnos o los textos cada uno de estos elementos y cómo los emplean, más que lo que son realmente de acuerdo con las definiciones proporcionadas. El análisis del discurso es un método de naturaleza interpretativa, y los debates sobre cómo interpretar fragmentos específicos del discurso en el aula, sobre si un enunciado

Tabla 1
Componentes del modelo de Toulmin (modificado de Kelly et al 1998).
Ejemplos del proyecto RODA, USC

Componente	Definición	Ejemplo
Dato	Hechos a los que se alude como base para la conclusión	
Dato suministrado DS	DS Origen en fuente externa	DS El 3% del agua terrestre es dulce y el 97% salada
Dato obtenido:		
- Dato empírico DE	DE Origen en experiencia	DE Todas las células (<i>de la muestra</i>) son iguales
- Dato hipotético DH	DH Origen en conocimiento	DH Un ecosistema tarda su tiempo (<i>en recuperarse</i>)
Conclusiones	C Enunciado cuya validez se quiere establecer	C El gas se condensará
Conclusión C		
Oposición O	O Enunciado que cuestiona la validez de otro	O Pues no (<i>es la comida</i>)
Justificación	Enunciado general que justifica la conexión entre datos y conclusiones	J Las moléculas de gas pierden energía y la distancia entre ellas será menor
J		
Conocimiento básico	Conocimiento de carácter teórico que respalda la justificación	B El movimiento es una característica permanente de las partículas. Hay relación directa entre la temperatura de una cantidad de materia y la energía cinética de sus partículas
B		
Calificador modal	Especifica condiciones para la hipótesis o conclusión	M Depende del número de integrantes de la familia (<i>el gasto de agua</i>)
M		
Refutación	Especifica condiciones para descartar la hipótesis o conclusión	R A menos que la variación de temperatura y presión sea insuficiente (<i>para licuar el gas</i>)
R		

puede considerarse dato o justificación (u otro elemento), nos llevan a establecer una distinción entre la *naturaleza* de los enunciados, es decir, lo que son desde el punto de vista ontológico y su *papel en el discurso*, o en un texto como elementos de la argumentación (Jiménez y Díaz, en 2003). Por ejemplo: cuando una alumna pregunta: "A ver, si tú te tiñes el pelo de amarillo, ¿tus hijos nacerán con el pelo amarillo?", o cuando otro dice que determinada muestra vista al microscopio es un vegetal porque se ve de color verde, lo que indica presencia de clorofila, el color verde de la muestra es un dato empírico, y la no transmisión del color teñido un dato hipotético. Desde el punto de vista ontológico son datos, mientras que se usan en el discurso como justificación que sustenta la conclusión: en un caso "el color de los pollos se debe a la herencia" y en otro "la muestra es de tejido vegetal". Creemos que esta distinción debe ser tenida en cuenta a la hora de realizar un análisis.

Análisis de la argumentación en textos: ejemplos de Física y Medio Ambiente

A continuación se presentan los resultados de un análisis de dos muestras de libros de textos de enseñanza secundaria. Nuestro punto de partida es que estos libros de textos se utilizan como el material curricular más generalizado en la enseñanza de las ciencias. En una instrucción que pretende la

integración entre la construcción de significados y la práctica de la ciencia sería deseable que el discurso en los libros de texto y el razonamiento guardase una semejanza estructural, desde el punto de vista de la argumentación, con el discurso argumentativo de la disciplina de referencia. Con esto no queremos obviar la transposición didáctica. Es evidente que un libro de texto de enseñanza secundaria presentará un discurso transformado, el léxico no será el mismo y la complejidad conceptual tampoco. Lo que sí sería de esperar es que las conclusiones se justificasen en base a los datos empíricos, y que se relacionasen con otros conocimientos básicos que constituyen su marco de referencia.

Por tanto, las preguntas que nos planteamos son: ¿qué estrategias de razonamiento emplean los libros de texto?, o bien, ¿qué pautas de argumentación aparecen en ellos? Este problema general se puede desglosar en tres específicos, relacionados con la existencia, cantidad y calidad de la argumentación, tomando como referencia el esquema de Toulmin:

- 1) ¿Existen fragmentos del texto que puedan considerarse argumentos? ¿Son implícitos o explícitos?
- 2) ¿Qué componentes de los argumentos aparecen en ellos?
- 3) ¿Está justificada la conclusión en cada argumento? ¿Sobre qué supuestos? ¿De qué tipo son las justificaciones?

Los ejemplos proceden del análisis realizado sobre dos series de libros que constituyen ejemplos diferentes en cuanto a las disciplinas implicadas y en cuanto a los argumentos de referencia. Se utilizaron libros de texto de Física de 1º de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), 2º de BUP, y COU, en los cuales se compara la estructura argumental con un argumento de referencia para el modelo de partículas, a partir de un texto universitario de Física. Se usaron también libros de texto de 1º y 2º de la ESO, en los que se analizó la argumentación en el tema del agua. El análisis emplea en los dos casos el esquema de Toulmin, con algunas diferencias que se discuten a continuación para cada uno de ellos.

Argumentos sobre el modelo de partículas

Se analizan las pautas de argumentación sobre los cambios de estado de la materia; al tratarse de un fenómeno específico al que no se presta la misma atención en todos los textos, se ha analizado también el modelo de materia empleado y, en algunos casos, su utilización para explicar los conceptos de temperatura y calor. La muestra comprende siete textos escogidos entre los de editoriales de más amplia difusión: tres de Ciencias de la Naturaleza de 1º de ESO, dos de Física y Química de 2º de BUP, uno de Física de COU y un texto universitario de Física. Las referencias de los textos figuran al final de este trabajo.

Para analizar la argumentación en los textos se construyó, siguiendo a De Vos y Verdonk (1996), un argumento de referencia que representa el modelo de los expertos que podría utilizarse en la ciencia escolar. En la figura 1 se representa este argumento en el formato de Toulmin y una versión abreviada se da a continuación:

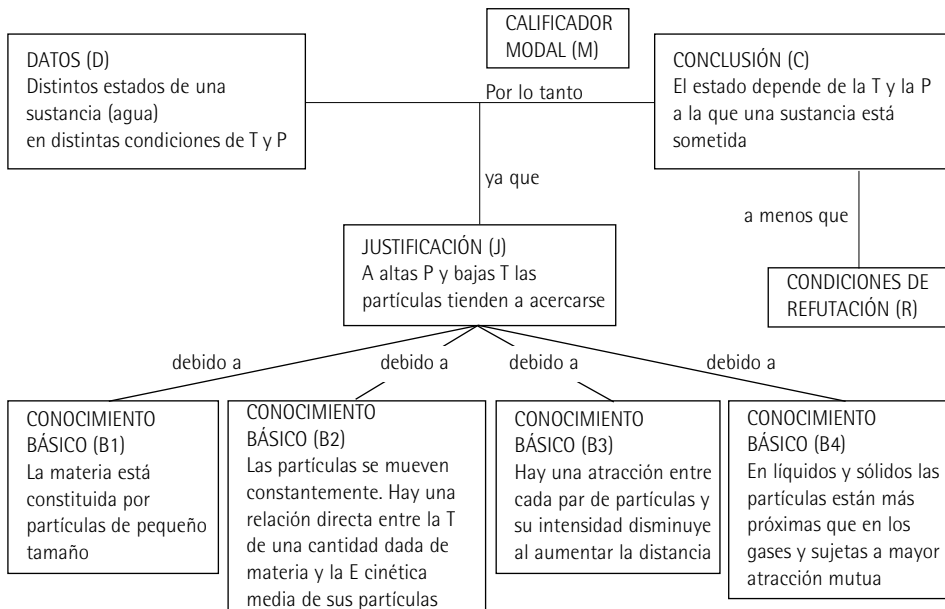
- a) *Datos*: distintos estados de una sustancia (por ejemplo, agua) en distintas condiciones de temperatura y presión.
- b) *Conclusión*: el estado depende de la temperatura y la presión a las que una sustancia está sometida (por ejemplo, el gas se condensará, es decir pasará a la fase líquida).
- c) *Justificación*: a altas presiones y bajas temperaturas las partículas tienden a acercarse como en los líquidos y los sólidos.
- d) *Conocimiento básico*: a) La materia está constituida por entidades denominadas partículas, de tamaño muy pequeño. b) El movimiento es una característica permanente de las partículas. Hay una relación directa entre la temperatura de una cierta cantidad de materia y la energía cinética media de sus partículas. c) Existe una atracción mutua entre dos partículas cualesquiera, y su intensidad disminuye al aumentar la distancia. En un gas la atracción entre partículas es despreciable, excepto a altas presiones y bajas temperaturas. d) En los líquidos

y sólidos las partículas están mucho más próximas y sujetas a mayor atracción mutua. En los sólidos las partículas se disponen siguiendo patrones regulares. En los líquidos se disponen irregularmente.

En este argumento los datos son empíricos, observacionales, y proceden de lo que podemos llamar el mundo real, por ejemplo que el agua se encuentra en tres fases o estados. La justificación, en este argumento, tienen carácter teórico, pero sustentadas en comprobaciones experimentales muy conocidas y repetidas, por lo que no se alude a ellas.

Para el análisis de los textos de la muestra, utilizando la herramienta de Toulmin, se han categorizado los componentes, teniendo en cuenta que, para que pueda hablarse de la existencia de un razonamiento argumentado, deben estar presentes al menos datos, conclusiones y justificaciones. La existencia de los otros elementos tiene que ver con la riqueza y complejidad de la argumentación; un razonamiento será más complejo y de mayor calidad cuanto mayor sea la variedad y el número de los elementos que lo conforman. Por ejemplo, puede aparecer más de una justificación en un argumento, respaldada o no por su correspondiente conocimiento básico.

Figura 1
Cambios de estado: argumento de referencia



Se seleccionaron en cada libro los capítulos en que se hace referencia a los cambios de estado, y en ellos, los fragmentos de texto en que se presenta el modelo utilizado, y las explicaciones sobre cambios de estado de agregación, calor y temperatura. Se analizaron para identificar qué partes se corresponden con cada uno de los componentes de Toulmin, con los resultados que aparecen en la tabla 2, donde cada texto está identificado con abreviaturas T1 a T7 que corresponden a las de la lista al final de este trabajo.

La primera conclusión, como se aprecia en la tabla, es que no hay ningún argumento explícito en los fragmentos analizados. La identificación de los distintos argumentos y componentes no es inmediata, ya que (al menos en los textos estudiados) la estructuración de los razonamientos no

es lineal. El número de componentes en la mayoría de los argumentos (31 de 34) es de tres o cuatro: datos, conclusión y justificación, apareciendo más de una justificación sólo en dos casos. En 13 de los 34 argumentos no figura el conocimiento básico.

El análisis se ilustra mediante el siguiente ejemplo, referido a los factores que condicionan el estado de una sustancia (Texto 4: Escudero, 1991, Física y Química 2º de BUP, ed. Santillana). En este texto aparece el mayor número de argumentos (11) y componentes, y es el único en el que hay más de una justificación o conocimiento básico en algunos argumentos:

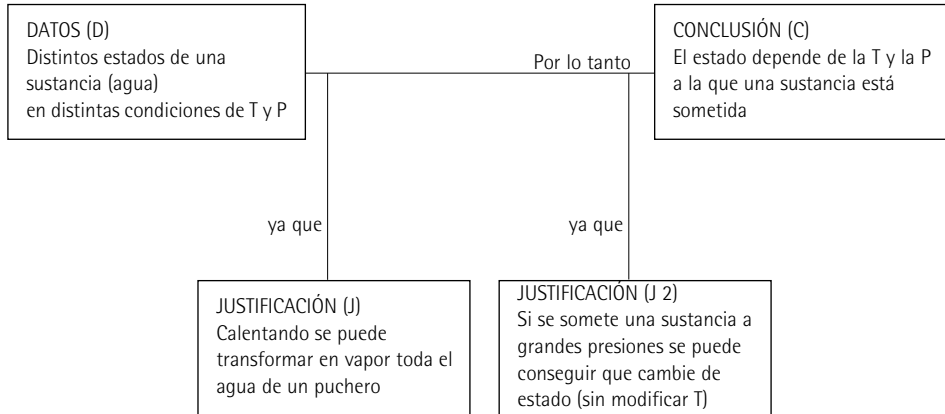
¿De qué factores depende el que una sustancia se encuentre en un estado físico determinado?

Tabla 2
Argumentos y componentes en los textos de Física analizados. N=7

Nº argumentos implícitos arg. (texto)	Componentes por argumento	Justificaciones por argumento	C. básicos por argumento
-11 (T4)	-6 (2 arg, T4)	-1 (2 arg, T4)	-2 (2 arg, T4)
-9 (T3)	-5 (1 arg, T7)	-1 (31 arg, todos)	-1 (19 arg, todos)
-6 (T1)	-4 (17 arg T1, T3, T4, T5, T6, T7)	-0 (1 arg, T1)	-0 (13 arg, T1, T3, T4, T5)
-5 (T5)			
-2 (T7)	-3 (14 arg, T1, T3, T4, T5)		
-1 (T6)			
-0 (T2)			
Nº argumentos: 34	Nº argumentos: 34	Nº argumentos: 34	Nº argumentos: 34

Figura 2

Cambios de estado: argumento en texto 4



- En primer lugar depende, evidentemente, del *tipo de sustancia* que estamos considerando.
- También depende de la *temperatura*: calentando se puede transformar en vapor toda el agua de un puchero y, enfriando, esa misma agua se puede transformar en hielo.
- La *presión* es el tercer factor a tener en cuenta. Si se somete una sustancia a grandes presiones, se puede conseguir que cambie de estado, aunque no se modifique la temperatura. (...)

"El estado físico en que se encuentra una cierta sustancia depende de la temperatura y de la presión a las que dicha sustancia se encuentra sometida. Modificando uno de estos factores, o los dos, es posible conseguir que la sustancia cambie de estado" (Escudero, 1991).

En la figura 2 se ha representado este fragmento en forma de esquema de Toulmin. Comparando el esquema con el texto, puede decirse que los componentes del argumento no son fácilmente identificables. Por ejemplo la identificación de la conclusión (*El estado físico en que se encuentra una sustancia...*) puede no ser inmediata para el alumnado. También cabe destacar que no se alude la justificación teórica (que aparece en el argumento de referencia), sino a comprobaciones empíricas, apelando a la experiencia del alumnado (*calentando se puede transformar en vapor toda el agua de un puchero...*). Tampoco se apela al respaldo en el conocimiento básico, por ejemplo, no se mencionan propiedades de las partículas que constituyen la materia. Es un argumento poco complejo: con sólo tres tipos de componentes. Al no hacer referencia al modelo de partículas,

se limita a una descripción macroscópica del fenómeno de los cambios de estado en la que sólo se emplean las variables presión y temperatura. Todo esto, afecta a la calidad de la argumentación.

El número de argumentos encontrados en los apartados que tratan sobre los cambios de estado, calor y temperatura es muy variable incluso en textos pertenecientes al mismo nivel educativo. Por ejemplo de los dos textos de 1º de ESO (alumnos de 12-13 años), uno tiene 6 argumentos (T1) con 3 o 4 componentes y otro ninguno (T2); o los tres textos de 2º de BUP (equivalente a 4º de ESO, 15-16 años), presentan respectivamente 11 (T4), 9 (T3) y 5 (T5) argumentos. Algunos textos se limitan a señalar la existencia de los distintos estados de agregación de la materia, y a utilizar sus características para presentar el modelo de partículas, sin emplear ningún razonamiento argumentativo, es decir sin relacionar el modelo teórico con los datos empíricos o las justificaciones. Aunque se describen (a nivel macroscópico) los diferentes estados, no se discute ninguno de los modelos alternativos que los explicaban, por lo que no es posible poner de manifiesto el mayor poder explicativo del modelo de partículas. En los casos en que se explica (o se trata de explicar) el fenómeno analizado, no se hacen evidentes los distintos componentes del argumento y aparecen mezcladas justificaciones con respaldos. Al tratar de encontrar los fundamentos de una afirmación, el camino que lleva a ella,

las conclusiones pueden aparecer antes que los datos, mientras que las justificaciones y respaldos carecen, en algunos casos, de relación explícita con el resto del argumento. Un ejemplo de la falta de respaldo teórico de las conclusiones es que no todos los textos establecen la relación entre temperatura y energía cinética de las moléculas, y tampoco se menciona en todos la atracción entre partículas y su disminución al aumentar la distancia. Aunque las ilustraciones no son objeto de nuestro análisis, cabe señalar que en la mayoría de los casos no favorecen la comprensión del modelo, pues no ponen de manifiesto la poca relevancia de la forma y dimensiones de las partículas, ni tienen en cuenta la escala, por ejemplo en el caso de los gases en los que la distancia entre las partículas es mucho mayor que la representada.

Como se observa en la tabla 2 no se ha encontrado una tendencia hacia una mayor complejidad de los argumentos conforme aumenta el nivel académico, el texto que presenta mayor número de argumentos y más complejos es T4 de 2º de BUP, no el de COU o el manual universitario. Lo que sí aumenta con el nivel académico es el número de magnitudes y conceptos relacionados con el fenómeno, pero presentados en forma de conocimiento declarativo, de forma que no constituyen un argumento más complejo (con más justificaciones o respaldos), sino que serán utilizados en la resolución de problemas de carácter numérico. Por otra parte

en ninguno de los textos se menciona el razonamiento en ciencias, ni aparecen actividades con objeto de promover su utilización. En resumen, puede decirse que los argumentos sobre los que se basan implícitamente las explicaciones de estos textos, son bastante elementales: en los casos en que hay razonamientos, éstos suelen ser poco complejos en términos de calidad y cantidad de elementos. Por tanto, no parece que se conciba la enseñanza y aprendizaje de ciencias como un discurso argumentado en el sentido de explorar diferentes alternativas explicativas a un fenómeno, de aportar datos que justifiquen por qué se elige una explicación y se desecha otra, o de aplicar los modelos estudiados a la resolución cualitativa de situaciones nuevas.

Educación ambiental y recursos: el agua como recurso

La segunda muestra está constituida por 13 libros de texto de los dos primeros cursos de la ESO en los que se han analizado las unidades relacionadas con el agua. La elección de este tema se debe a un interés en explorar la forma en que los textos incorporan la Educación Ambiental como dimensión transversal. Durante la última década el interés por los temas ambientales ha aumentado, tanto entre la población en general como entre el alumnado, pero en muchas ocasiones este interés se plasma en contenidos superficiales sobre determinados problemas ambientales, bien porque reciben mayor atención de los

medios de comunicación, bien porque su menor complejidad facilita que sean comprendidos o abordados. En particular una gran proporción del alumnado sólo identifica "problemas ambientales" con situaciones de contaminación o alteraciones del entorno, como el vertido de lodos tóxicos en el entorno de Doñana, mientras que tienen más dificultades para identificar la gestión de recursos naturales, como el agua o el suelo, como cuestiones ambientales (Jiménez, Federico y Lima, 2001). Esta percepción simplificada aparece no sólo entre el alumnado de la enseñanza primaria y la enseñanza secundaria, sino también entre universitarios. Por ejemplo, cuando estos últimos son preguntados por los problemas ambientales que afectan al medio marino, mencionan con más frecuencia los vertidos o la contaminación debida a "fábricas" o "conservas" que el agotamiento de los caladeros.

Para el análisis se ha escogido el agua, un recurso cuya gestión constituye un serio problema en todo el planeta. Una de las dificultades para comprender la importancia de ahorrar y depurar el agua tiene que ver, en el caso del alumnado en Galicia, con la climatología gallega y la frecuencia de lluvia. Ello que lleva a pensar que el agua es muy abundante y no precisa de ningún cuidado especial. Los problemas planteados se refieren tanto a los textos como a las actitudes del alumnado y la forma en que argumentan las justificaciones que emplean; pero aquí se presentan únicamente resultados del

análisis de textos. Los resultados del estudio de aula y los argumentos del alumnado aparecen en Lago (1998). Las cuestiones analizadas aquí son: ¿identifican los textos y el alumnado el agua como un recurso?, ¿se discute claramente esta necesidad de ahorro y cuidado?, ¿cómo se justifica esta necesidad?

La muestra estaba constituida por 13 textos de la ESO, 9 de 1º y 4 de 2º, 6 de los cuales son de 1996 y 7 de 1997. Se recogen la mayoría de los editados en gallego, incluyendo las editoriales con mayor implantación (las referencias figuran al final de este trabajo). En el análisis se utilizaron dos instrumentos. En primer lugar, una ficha de registro para explorar si los textos incluyen o no a ciertos temas y conceptos. En segundo lugar se identificaron los diferentes argumentos que aparecen en relación con el agua, y los componentes que presentan respecto al esquema de Toulmin, siendo esta segunda parte la que se discute aquí.

Para realizar el análisis se elaboró un argumento de referencia, correspondiente a lo que –en opinión de los investigadores– sería una argumentación sobre la necesidad de ahorrar agua adecuada al primer ciclo de la ESO. Hay que mencionar que no se puede entender de la misma forma un argumento de referencia en un tema ambiental y en uno de Física, como el analizado en el apartado anterior, que cuenta con un amplio consenso en la

comunidad científica. En cambio en las cuestiones ambientales puede haber perspectivas diferentes y varias soluciones a un mismo problema.

Los componentes del argumento de referencia se muestran en la primera columna de la tabla 3. La conclusión sería la que aparece en primer lugar: la conveniencia de ahorrar y mantener limpia el agua. Las justificaciones son varias, las más importantes son las que aparecen en la tabla: la necesidad de agua para la vida y la escasez de agua dulce disponible. Éstas, a su vez, pueden considerarse como conclusiones de otros argumentos, es decir se trataría de lo que Kelly *et al* (1998) denominan justificaciones subsecuentes. En la segunda columna de la tabla 3 se resume la presencia de esta conclusión y justificaciones en los textos analizados.

Ocho textos de los 9 de primer curso y uno de los de segundo hacen referencia a la necesidad de un uso racional del agua, que es la conclusión del argumento. La formulación de este enunciado varía: reducir su consumo, tener una actitud responsable hacia su uso, explotarla racionalmente, depurar, cuidar los acuíferos, etc. En todos los casos se trata de enunciados explícitos. En cuanto a las justificaciones, la necesidad del agua para la vida, aparece en los mismos ocho textos de primer curso, en dos de ellos de forma implícita. En cuanto a la escasez de agua dulce sólo un texto, L9, la menciona explícitamente y en cuatro

Tabla 3

Argumentos sobre el agua en textos del 1er ciclo de la ESO (Lago, 1998)

Argumento: componentes	Textos en los que aparece N1 = 9 de 1º, N2 = 4 de 2º
C: Hay que reducir el consumo de agua y mantener limpia	8 de 1º de ESO (todos excepto L2) 1 de 2º de ESO (L11) (todos explícitos)
J: El agua es indispensable para la vida	8 de 1º de ESO (todos excepto L2) (6 explícitos, L3 L4 L5 L6 L8 L9; 2 implícitos L1, L7)
J: El agua dulce disponible es escasa	5 de 1º de ESO (L1 L3 L6 L8 L9) (1 explícito, L9; 4 implícitos, L1 L3 L6 L8)

de ellos se trata de una justificación implícita. Por ejemplo dan las proporciones de agua dulce y salada pero sin enunciar explícitamente la escasez de agua dulce. En otras palabras, aparecen los datos, pero no la conclusión que se deduce de estos datos (conclusión que, como se indicaba más arriba, constituiría la justificación de ahorrar agua. Por ejemplo, en L5 (pág. 152) hay unos datos presentados en forma de tabla de los que podría deducirse la escasez de agua disponible para el consumo humano, pero esta conclusión no se hace explícita.

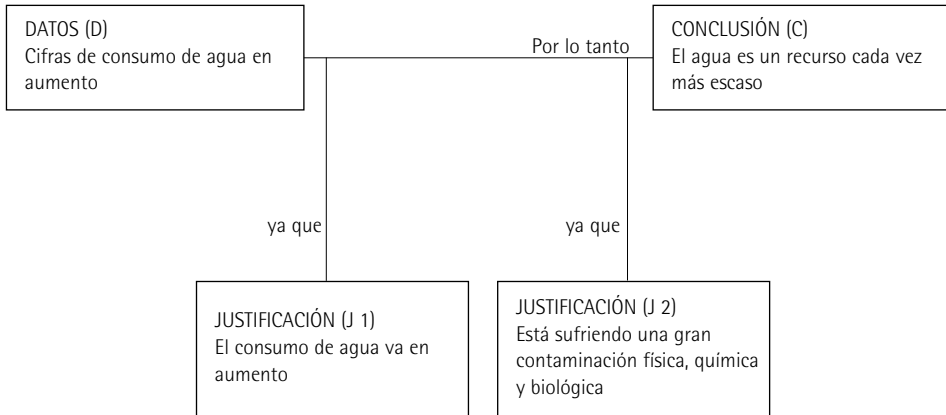
En la figura 3 se representa en formato de Toulmin un argumento que constituye una justificación subsecuente, la del único texto en que aparece explícitamente (L9, pág. 86). Los libros de texto hacen referencia a estas cuestiones, lo cual es positivo, aunque esto

no implica que presenten una estructura argumentativa, ya que en muchos casos los distintos componentes de un argumento se encuentran dispersos a lo largo de una unidad, no formando parte de un razonamiento coherente. Por ejemplo los conceptos de recurso natural y de recursos renovables y no renovables, que son parte del conocimiento básico en esta cuestión, no se tratan en ninguno de los libros de primer curso, aunque sí en dos de segundo curso (L11 y L13).

En resumen, puede decirse que la mayor parte de los textos analizados, sobre todo en primer curso, recomiendan un uso racional del agua, aunque no siempre lo justifican por una argumentación apropiada, sino que hay diferentes datos y afirmaciones a lo largo del texto que apoyan implícitamente esta recomendación. Es

Figura 3

Escasez de agua: argumento en texto L9 ed. Xerais, pág. 86



interesante combinar en un libro diferentes modos comunicativos: texto, figuras, gráficas, tablas u otros, pero hay que prestar atención a la integración de estos modos entre sí. A veces puede ser inadecuado esperar que sea el propio estudiante quien los integre, o quien utilice datos procedentes de uno de ellos para apoyar conclusiones formuladas por medio de otro.

Un ejemplo de argumentación en textos: el artículo de Watson y Crick

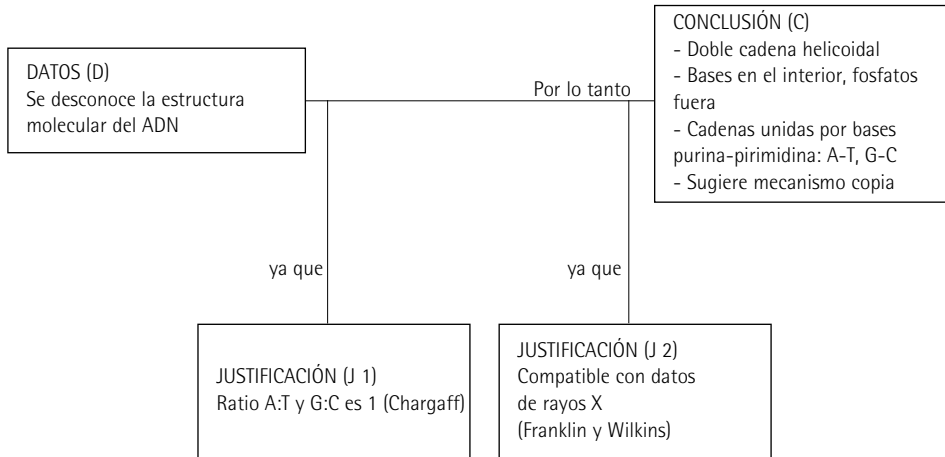
De los análisis anteriores podría deducirse que es difícil escribir un texto con estructura argumentativa. Para mostrar que es posible y que muchos artículos científicos contienen argumentos, se ha analizado el célebre artículo de Nature en el que Watson y Crick (1953) hacen una propuesta

para la estructura del ADN. Se han identificado las conclusiones de los autores, así como las justificaciones experimentales (de otros autores) en las que se sustentan. Este argumento se representa en formato de Toulmin en la figura 4.

Implicaciones didácticas: promover la argumentación

Las perspectivas de las reformas educativas en diferentes países parecen coincidir en que uno de los fines principales de la enseñanza de las ciencias en la etapa obligatoria es la alfabetización científica. Creemos que esta alfabetización equivale a la formación de ciudadanos responsables que posean capacidad crítica, es decir que puedan evaluar la información, que sean conscientes del impacto de las actuaciones propias y ajenas, y que sean capaces de mantener

Figura 4
Argumento en Watson y Crick, Nature 1953



opiniones argumentadas, por ejemplo a la hora de tomar decisiones. Estos fines deberían suponer modificaciones en la selección de contenidos y en la forma de tratarlos y, en nuestra opinión, incluir dentro de los contenidos de aprendizaje las competencias de comunicación, las destrezas de razonamiento y argumentación.

Existe una argumentación de carácter cotidiano que se emplea en diferentes situaciones de la vida diaria que nada tienen que ver con las ciencias; su fundamento está, por un lado, en la experiencia (que a veces se transfiere de un campo a otro sin relación con él) y por otro, en creencias, justificadas o no, transmitidas de una generación a otra, así como en prejuicios. Pero la argumentación a que nos

referimos tiene un carácter específico, pues está sustentada en datos y conocimiento básico de carácter científico y, por otra parte, es específica también la forma en la que se llega desde los datos hasta las conclusiones. Cuando en ciencias se enuncia que el agua es un recurso que debe mantenerse limpia, no es una mera opinión, sino una conclusión que puede justificarse mediante datos, enunciados o conceptos. Es importante que el alumnado distinga entre lo que son opiniones individuales y discutibles y conclusiones fundamentadas en datos empíricos y teorías, y que pueda llegar a apropiarse de los criterios que permiten valorar diferentes enunciados y escoger el que está más de acuerdo con los datos. Para conseguir estos objetivos, una herramienta fundamental es

el diseño curricular de ambientes de aprendizaje que promuevan la indagación, así como las estrategias del profesorado coherentes con este ambiente. Otra herramienta podrían ser los libros de texto y a este respecto, aun cuando se perciben los intentos por incorporar dimensiones como las cuestiones ambientales, no hay una atención a la estructura argumentativa. Creemos que es una dimensión que

debe tenerse en cuenta y que puede colaborar a un aprendizaje de las ciencias más completo.

Agradecimientos: los autores agradecen a la DGICYT la financiación del proyecto PB 98-0616 del que este trabajo forma parte. También a Isabel García Rodeja y Raquel Rial Sánchez su colaboración en el análisis de la argumentación en textos.

Bibliografía

- ÁLVAREZ, V. (1997). Argumentación y razonamiento en los textos de física de Secundaria. *Alambique*, 11, 65-74.
- BERNAL M., ÁLVAREZ V., GARCÍA-RODEJA E. Y JIMÉNEZ BERNAL, M., ÁLVAREZ, V., GARCÍA-RODEJA, E. Y JIMÉNEZ, M. P. (1997). Destrezas argumentativas en Física: un estudio de caso utilizando problemas sobre flotación. *Comunicación en el V Congreso Investigación en Didáctica de Ciencias*, Murcia, septiembre 1997.
- DE VOS, W., VERDONK, A. H. (1996). The particulate Nature of Matter in Science Education and in Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 657-664.
- DRIVER, R., NEWTON, P., y OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- DUSCHL, R. A. (1997). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- GIERE, R. (1988). *Explaining Science: a cognitive approach*. Chicago: University of Chicago Press.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1996). *Dubidar para Aprender. Modelos de Ensino das Ciências e a sua fundamentación*. Vigo: Edicións Xerais.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16: 203-216.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P., BUGALLO RODRÍGUEZ, A. y DUSCHL, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, 757-792.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. y DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 359-370.

- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P., DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. y DUSCHL, R. A. (1998). Scientific culture and School culture: epistemic and procedural components. Paper presented at the Comunicación en NARST Annual Meeting. San Diego, CA.
- JIMÉNEZ, M. P., FEDERICO, M. y LIMA, G. (2001). *A conservación dos recursos naturais: avalaiación dos materiais ¿De quen é a auga?* Consello de Cultura (informe inédito).
- KELLY G.J., DRUCKER S. y CHENKELLY, G. J., DRUCKER, S. y CHEN, K. (1998). Students' reasoning about electricity: combining performance assessment with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20, 849-871.
- KUHN, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77: 319-337.
- LAGO LESTÓN, J. M. (1998). *Razoamento en problemas ambientais en Secundaria: a auga como recurso nos textos e a súa percepción polo alumnado*. Trabajo Académicamente Dirigido. Depto. Didáctica das Ciencias Experimentais, USC.
- LATOUR B. y WOOLGAR, B. y WOOLGAR, S. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Universidad.
- LEMKE, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- PONTECORVO C. y GIRARDET, H. (1993). Arguing and Reasoning in Understanding Historical Topics. *Cognition and Instruction*, 11, 365-395.
- REIGOSA CASTRO, C. E. y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 18: 275-295.
- TOULMIN, S. (1958). *The uses of Argument*. New York: Cambridge University Press.
- TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana. I El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Universidad.
- WATSON, J. y CRICK, F. (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature*, abril 25, pág. 737 (reproducido en Lehninger A., *Bioquímica*, Barcelona: Omega, edición de 1978, 866).

Textos analizados

Modelo de Partículas

- T1 ANGUITA, F. (1996). *Ciencias da Natureza, 1º Secundaria*. Madrid: SM.
- T2 CARRIÓN, F. (1996). *Ciencias de la Naturaleza, 1º ESO*. Madrid: Anaya.
- T3 MOURIÑO, X. (coord.) (1996). *Física y Química 2º BUP*. Madrid: Santillana.
- T4 ESCUDERO, P. (1991). *Física y Química 2º de BUP*. Madrid: Santillana.

- T5 ARRIOLA, A. *et. al.* (1991). *Física y Química. Energía, 2º BUP*. Madrid: SM.
 T6 LÓPEZ, F. (1992). *Física. Energía, COU*. Madrid: SM.
 T7 ZEMANSKY, M.W., DITTMAN, R. H. (1984). *Calor y Termodinámica*. Madrid: McGraw-Hill.

El agua como recurso

- L1 *Ciencias da Natureza 1, 1º ESO* (1996). Madrid: Anaya.
 L2 *Ciencias da Natureza, 1º ESO* (1996). Barcelona: Casals.
 L3 *Ciencias de la Naturaleza, 1º ESO* (1996). Valencia: ECIR.
 L4 *Ciencias de la Naturaleza, 1º ESO* (1997). Madrid: Edelvives.
 L5 *Ciencias da Natureza, 1º ESO* (1996). Vigo: Galaxia.
 L6 *Ciencias da Natureza, 1º ESO* (1997). Barcelona: Rodeira – EDEBÉ.
 L7 *Ciencias da Natureza, 1º ESO* (1997). Madrid: SM.
 L8 *Ciencias da Natureza 1, 1º ESO* (1996). Barcelona: Vicens Vives.
 L9 *Ciencias da Natureza, 1º ESO* (1996). Vigo: Xerais.
 L10 *Ciencias da Natureza, 2º ESO* (1997). Madrid: Edelvives.
 L11 *Ciencias da Natureza, 2º ESO* (1997). Barcelona: Rodeira – EDEBÉ.
 L12 *Ciencias da Natureza, 2º ESO* (1997). Madrid: SM.
 L13 *Ciencias da Natureza, 2º ESO* (1997). Vigo: Xerais.

Resumen

En este trabajo se discute un aspecto específico del razonamiento científico: la argumentación. Se resumen en primer lugar algunos de los significados con los que se utiliza el término argumentación. Después se presenta brevemente el proyecto RODA sobre la argumentación en las clases de ciencias y los instrumentos utilizados en el análisis de esta argumentación. A continuación se discuten ejemplos de argumentación en textos en Física y Medio ambiente, y se finaliza con algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias.

Abstract

A specific aspect of scientific reasoning is discussed in this article: argumentation. First, several of the meanings of the term "argumentation" are summarized. Project RODA about argumentation in science classrooms is presented next, together with the instruments

used in the analysis of argumentation. Then, some examples of argumentation in Physics texts and Earth Science texts are discussed. Finally some consequences for science education are discussed.

M^a Pilar Jiménez Aleixandre

Víctor Álvarez Pérez

Juan M. Lago Lestón

Universidad de Santiago de Compostela

Avda. Xoán XXIII s.n.

15782 Santiago de Compostela