

APROPIACIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO: NIVELES EPISTÉMICOS EN LA JUSTIFICACIÓN DE ENUNCIADOS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA MAREA NEGRA

FEDERICO AGRASO, MARTA y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, MARÍA PILAR

Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais.

Universidade de Santiago de Compostela.

INTRODUCCIÓN: LA CONSTRUCCIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO

La construcción del conocimiento científico es una actividad epistémica, en la que son relevantes los *criterios* acerca de qué conocimiento es aceptable. En el modelo de “aprendizado” cognitivo, aprender ciencias es ser aprendiz de las prácticas discursivas de la comunidad científica. Según Duschl (1997) este aprendizaje epistémico incluye criterios para evaluar conocimientos y métodos. Sandoval y Morrison (2003) distinguen entre práctica *epistémica*, generación y evaluación del conocimiento, así evaluar hipótesis alternativas o relacionar teorías con pruebas, y *epistemológica* relacionada con la epistemología o teorías del conocimiento, concepciones sobre cómo se entiende la actividad científica, el papel de las teorías o de la experimentación. Este trabajo aborda las primeras, prácticas epistémicas de justificación del conocimiento, considerándolas como una de las dimensiones de la apropiación del lenguaje científico (Lemke, 1997), de la construcción del discurso científico.

Una de las dimensiones en la justificación del conocimiento es la conexión entre los enunciados (conclusiones, afirmaciones) y los datos o pruebas en que se apoyan. Esta justificación puede entenderse como argumentación. El esquema propuesto por Toulmin (1958). constituye un potente instrumento para el análisis de la argumentación en la práctica.

Este trabajo parte una investigación sobre la justificación de las conclusiones en el caso de la marea negra del *Prestige* (F. Agraso, 2004). En Jiménez, Agraso y Eirexas (2004) se discute la argumentación de los estudiantes. Aquí se analiza un aspecto de la apropiación del discurso científico, las prácticas para *integrar datos en explicaciones*, en particular los procesos de inducción que llevan de la mera identificación de datos o pruebas en el fenómeno natural objeto de la tarea, al establecimiento de conexiones entre las conclusiones y conceptos científicos, es decir de aspectos concretos de la situación a generalizaciones, de menor a mayor nivel epistémico. En este análisis seguimos a Kelly & Chen (1999) que analizan el discurso oral y escrito del alumnado en relación con las prácticas socioculturales de la comunidad científica.

La tarea propuesta a los estudiantes se inscribe en la perspectiva CTS, reconociendo las conexiones entre el conocimiento y el discurso científicos y el contexto social (Aikenhead, 1985). La cuestión a debatir no es abstracta o descontextualizada, sino de relevancia social: la marea negra del *Prestige* que arrasó la costa gallega. Las preguntas de investigación son:

- ¿Cómo se justifican los enunciados sobre la marea negra en datos o pruebas?
- ¿Qué niveles de inducción se identifican en los enunciados apoyados en pruebas o datos?

La primera analiza qué tipo de pruebas o datos se aportan como base de los enunciados. La segunda los distintos niveles, desde la simple mención de datos, a la conexión entre datos y enunciados, o la conexión con datos no mencionados en la documentación.

MÉTODOS, PARTICIPANTES, CONTEXTO Y TOMA DE DATOS

Participantes y contexto

Un grupo completo de 23 estudiantes de 2º de bachillerato que cursaban la asignatura de Ciencias da Terra e do Medio Ambiente. La toma de datos se realizó en enero de 2003, dos meses después del inicio de la catástrofe ecológica del *Prestige*.

Hay que situar la tarea en el contexto en el que se llevó a cabo. El vertido del *Prestige* es el más grave sufrido en la costa gallega: unas 64.000 toneladas, 900 Km de costa afectados. La cuestión tenía gran carga emocional, los estudiantes se habían involucrado en la movilización social, como voluntarios limpiando las playas, tomando parte en las manifestaciones y participando en la cadena humana.

La tarea

Se entregaron dos recortes de prensa: uno de *O Correo Galego* (CG) con declaraciones de Kathy Scanzel, afirmando que el fuel procedente del barco hundido no alcanzaría la costa y otro de *La Voz de Galicia* (VG) con las de de Guy Herrouin, portavoz del IFREMER y coordinador de las operaciones del *Nautile* que negaba que el combustible se evaporaría; VG incluía datos aportados por otros científicos. Las noticias constituían una controversia entre expertos sobre la posibilidad de degradación del fuel antes de llegar a la costa. Se incluía un guión con tres preguntas: las dos primeras solicitaban que resumieran las afirmaciones de cada científico y sus razones y la tercera, analizada en este trabajo, que expresasen una opinión aportando datos o razones para su elección.

Recogida de datos y análisis

Grabación en audio de las conversaciones en grupos de los estudiantes, recogida de las respuestas escritas individuales y notas de campo. Aquí se analizan las respuestas escritas. El trabajo se enmarca en los estudios cualitativos, adecuados para un análisis detallado de los procesos de razonamiento y argumentación en una muestra pequeña.

Las categorías para el análisis se desarrollaron a lo largo del mismo en interacción con los datos apoyándonos en un instrumento de Kelly y Chen (1999) para el análisis de la apropiación del discurso científico que se ha modificado y contextualizado a este problema.

RESULTADOS: JUSTIFICACIÓN DE LOS ENUNCIADOS

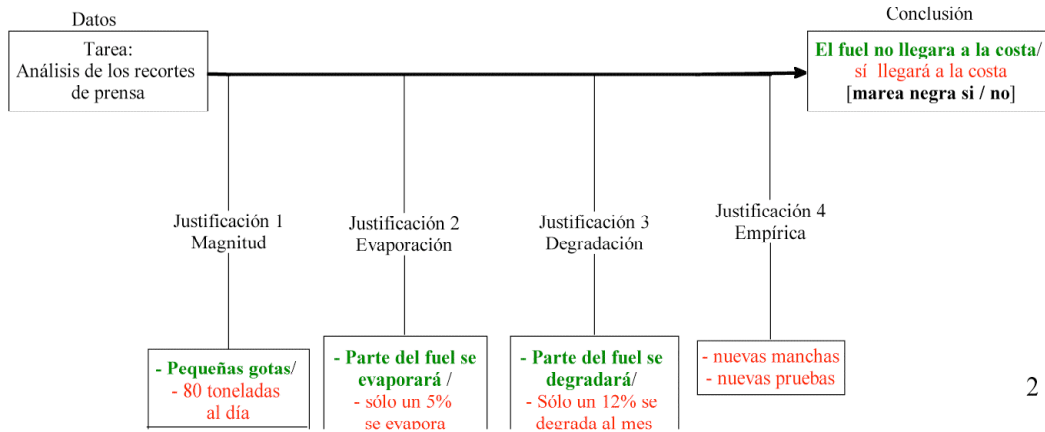
Se analiza el proceso de justificación, si los enunciados o afirmaciones de los estudiantes sobre la evolución de la marea negra se apoyan en datos o pruebas, y el estatus o nivel epistémico de las afirmaciones. Para analizar este nivel epistémico se han clasificado las afirmaciones en función de su mayor o menor grado de inducción -el recorrido o conexión entre datos e inferencias-.

En cuanto a la primera pregunta: ¿Cómo se justifican los enunciados sobre la marea negra en datos o pruebas? para caracterizar la justificación de los enunciados sobre la evolución de la marea negra se analizan las conclusiones y justificaciones contrastándolas con un argumento de referencia (figura 1) en forma de argumento de Toulmin, diseñado después de estudiar los recortes de prensa. Consideramos que los dominios de las justificaciones de ambos expertos son los mismos aunque sus posiciones son opuestas:

- 1: Magnitud (M), pequeña o grande.
- 2: Evaporación (Ev) de una parte sustancial o mínima.
- 3: Degradación (D), cantidad que puede degradarse rápidamente
- 4: Empírica (Em), relacionada con las pruebas empíricas y con la propia experiencia de los alumnos.

Los dos expertos usan estas justificaciones de forma opuesta que se distinguen en la figura 1 con diferentes colores (verde para CG y roja para VG). La justificación 4, relacionada con las pruebas empíricas (Em), es mencionada únicamente por VG, por ejemplo la detección de nuevas manchas o la mención de nuevas

FIGURA 1
Argumento de referencia



2

pruebas de laboratorio. Consideramos que el núcleo del debate era si el fuel (presente en el barco hundido) iba a alcanzar la costa o no (conclusión explícita), lo que implícitamente constituía una controversia sobre la propia existencia de la marea negra (F. Agraso, 2004). Debajo de la conclusión explícita indicamos entre corchetes la conclusión implícita.

El tipo de conclusión y justificaciones utilizados por los estudiantes se resume en la tabla 1, agrupándolas en los casos en que las de los miembros de un grupo son similares. Se observa que los seis grupos coinciden en la conclusión, el fuel alcanzará la costa, y en cuanto a las justificaciones, ninguno fundamenta su opinión en las cuatro, los 4 componentes del grupo B y 1 del grupo A aportan tres (M, D y Em), 6 aportan dos (de los que 4 M y Em), 9 aportan una y 3 ninguna.

En cuanto al análisis del *estatus* epistémico, se elaboró una escala para analizar las afirmaciones apoyadas en pruebas en función de alto o bajo grado de inducción, a partir de Kelly y Chen (1999) que analizan textos sobre un instrumento musical. Nuestra escala, adecuada al caso que nos ocupa, surgió después de aplicar la inicial a las respuestas tras varios procesos de análisis y modificación en consenso con todo el equipo, hasta ser representativa del rango de datos.

TABLA 1
Resumen de las respuestas de los estudiantes: conclusiones y justificaciones sobre la marea negra

Grupo / Conclusión	Justificaciones	Resumen
A El fuel llegará.	Magnitud / dificultad de degradación / estábamos allí.	Conclusión: el fuel llegará. Dos estudiantes no aportan justificaciones , uno aporta 3 (M, D y Em) y otro 1(Em).
B El fuel alcanzará la costa.	Salen (del barco hundido) 80 toneladas diarias / sólo un 5% se degrada / Estábamos allí viéndolo.	Conclusión: el fuel llegará. Tres justificaciones: M, D, Em.
C El fuel llegará a Galicia o a Francia (2 estudiantes) / sin conclusión (2 estudiantes).	Magnitud / El fuel no se evaporará / estábamos allí / aún hay fuel en el barco hundido.	Conclusión: El fuel llegará (2 estudiantes). Cada estudiante aporta 1 justificación: M, Ev, Em
D El fuel está llegando (explícita o implícitamente).	Magnitud / evaporación / Nosotros vemos el fuel llegar a la costa / aún hay fuel en el barco hundido.	Conclusión: El fuel está llegando / marea negra. Dos estudiantes dan 2 justificación (M + Ev o Em) y dos estudiantes 1, M.
E El fuel alcanzará la costa /la nuestra y la de otros países (2 estudiantes).	Su evaporación es difícil / degradación.	Conclusión: El fuel llegará. Dos estudiantes aportan 1 justificación , Ev, uno, aporta 2, Ev +D y 1 no aporta justificaciones.
F El fuel está llegando	Magnitud / El fuel sigue llegando después de un mes.	Conclusión: El fuel está llegando. Dos justificaciones: M, Em.

Nota: M= Magnitud, D= Degradación, Ev= Evaporación, Em= Pruebas empíricas

Los niveles van de 1, baja inducción, identificar o describir características del vertido con datos aportados por los recortes a 7, alta inducción, conectar datos del problema con conceptos de física no suministrados en los textos. Las categorías se resumen en la tabla 2 junto con algunos ejemplos ilustrativos literales y el número de alumnos. Las categorías pueden agruparse en tres niveles:

- Conectar predicciones / datos del problema con datos no citados. Alta inducción, categorías 7 y 6.
- Relacionar predicciones o posibles consecuencias con valores numéricos o características del vertido. Categorías 3 y 4.
- Identificar / describir características del vertido. Categorías 1 y 2.

Añadimos una categoría de otra índole, 5, relacionada con la calidad de la información y que consideramos que representa un alto grado de inducción.

Aunque el número de alumnos es 23, identificamos en sus respuestas enunciados con diferentes grados de inducción, de ahí que la columna de la derecha no coincida con la suma.

TABLA 2
Afirmaciones apoyadas en pruebas

Alta Inducción	Afirmaciones apoyadas en pruebas	Ejemplos	N = 23
↑	7. Conectar predicciones / datos del problema con conceptos físicos no citados en los recortes de prensa (en concreto densidad)	Antón: "Mi opinión es que en cierto modo Guy tiene razón, la densidad de los vertidos es notable lo que dificulta su degradación. (...)" Elisa: "(...) eu creo que non se conseguirá degradar, xa que é un fuel moi denso e moi pouco soluble en auga (...)"	3
	6. Conectar predicciones / datos del problema con datos no citados procedentes de su propia experiencia o de otras fuentes.	Dores: "(...) temos petroleo para largo mentres o Prestige siga no fondo do mar cos seus tanques cheos de fuel porque estamos vendo día a día que está chegando fuel as nosas costas e non en forma de "irisacións" precisamente".	1
	5. Conectar datos del problema con la calidad de la información	Antón: "(...) El hecho de llamar a las manchas con nombres "culinarios" da también aspecto de inofensivos a los vertidos. En este caso también es cierta manipulación de la información".	2
	4. Relacionar valores numéricos suministrados con predicciones / consecuencias	Brais: "Na opinión do noso grupo o fuel seguirá chegando as nosas costas xa que a cantidade de oitenta toneladas diarias non pode ser degradada polo ambiente nin pode ser recollida totalmente pola súa fragmentación (...)"	2
	3. Relacionar características del vertido con predicciones / consecuencias	Catuxa: "(...)penso que todo o fuel que sae do <<Prestige>> vai chegar as costas sea de Galicia, Portugal ou de Francia" Ester: "Eu penso que seguirá chegando o fuel á costa posto que ata agora o fuel nin se evaporou nin se volatilizou, e aínda que as condicións meteorolóxicas sexan favorables para a costa galega, llegara para a costa francesa ou a portuguesa. (...)" Fani: "(...) pero naquel momento Kathy Scanzel tíñase que basar noutros criterios como son: as mareas, os ventos, a acción dos microorganismos, etc."	7
	2. Identificar / Describir características del vertido referidas a datos cuantitativos	Antón: "(...) con solo ver dos imágenes o estar por la zona afectada se puede comprobar que el espesor de 0,001 mm. de las capas se multiplica muchísimo en realidad (...)" Bea: "Na opinión do noso grupo o fuel seguirá chegando as costas porque saen 80 toneladas diarias e só se degradan un 5%.(...)"	4
	1. Identificar / Describir características del vertido referidas a datos cualitativos	Dores: "Pois está a vista que a Bióloga Kathy Scanzel non ve moi ben o que está pasando, atrevéndose a dicir que non hai petroleo senón que pequenas irisacións que se degradan.(...)" Dana: "(...) que no hai marea negra, dice que no existen manchas de petróleo, que solo son irisaciones y el otro dice que aunque el fuel llegue a la superficie; aínda que puede viajar entre aguas, no formará una gran mancha".	8
↓ Baja Inducción			

CONCLUSIONES

En cuanto a la justificación de la conclusión con el experto de que el fuel alcanzaría la costa, la mayoría aportan una (9) o dos (6) justificaciones. Las más citadas son la magnitud (15) y las pruebas empíricas (14), incluyendo tanto su propia experiencia en la costa como datos aportados por los medios. Puede que estos resultados se expliquen en parte por la carga emocional implícita en la tarea, contextualizada en su realidad más inmediata. Los estudiantes se habían involucrado personalmente tanto en las movilizaciones sociales como en las tareas de limpieza en la costa afectada. Hay que tener en cuenta la componente emocional relacionada con los valores, que influiría en que, en las justificaciones empíricas, los alumnos valoran más su experiencia en la costa que la de los expertos o incluso los datos o pruebas.

En cuanto a los niveles de inducción identificados en las afirmaciones justificadas, las categorías más frecuentes son la 1 identificar características del vertido referidas a datos cualitativos (8), y la 3 relacionar características del vertido con predicciones (7). 3 respuestas se sitúan en la categoría que se corresponde al mayor nivel de inducción, conectar datos del problema con el concepto físico de densidad, no citado en los textos.

Esta capacidad de integrar datos en explicaciones, de conectar enunciados científicos con las pruebas o datos que los justifican (sean suministrados en la tarea o recuperados de conocimiento anterior) son una importante dimensión en la apropiación del discurso científico por el alumnado.

BIBLIOGRAFÍA (EXTRACTO)

- AGRASO, F. M. (2004) Conclusións xustificadas e non xustificadas e criterios de avaliación en bacharelato: o vertido do Prestige. Trabajo de Investigación Tutelado. Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Universidade de Santiago de Compostela.
- DUSCHL, R. A. (1997) *Renovar la enseñanza de las ciencias: la importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P., Agraso, M.F. y Eirexas, F. (2004) Scientific Authority and Empirical data in argument warrants about the *Prestige* oil spill. Comunicación en el National Association for Research in Science Teaching (NARST) annual meeting, Vancouver, Abril.
- KELLY, G.J. y CHEN, C. (1999) The Sound of Music: Constructing Science as Sociocultural Practices through Oral and Written Discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 36: 883-915.

Agradecimientos

Trabajo parte del proyecto financiado por el MCYT, código BSO2002-04073-C02-02 parcialmente financiado con fondos FEDER. Marta Federico Agraso trabaja con una beca del Consello da Cultura Galega, Comisión de Ciencia, Técnica e Sociedade. Convenio 2003/CP267.

Agradecemos al alumnado del IES. Arcebispo Xelmírez II (Santiago de Compostela) y a su profesora Elvira Cienfuegos su participación en este estudio.