

MEJORAR EL APRENDIZAJE EN LA CLASE DE CIENCIAS APRENDIENDO A ESCRIBIR JUSTIFICACIONES

CUSTODIO, ENRIC y SANMARTÍ, NEUS

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona.

Palabras clave: Generación espontánea; Secundaria; Justificación; Construcción de significados.

INTRODUCCIÓN

En las clases de ciencias de secundaria, el profesorado es consciente de que el hecho de que el alumnado dé respuestas razonadas sobre un tema significa haberlo entendido en profundidad. Por ello, en las actividades que se proponen a los alumnos, se incluyen habitualmente expresiones del tipo ¿por qué?, explica, razona o justifica tu respuesta. Cuando los alumnos responden a estas preguntas han de demostrar competencias tanto en relación al contenido de la pregunta como al formato lingüístico que han de utilizar para comunicar. Estos dos campos están íntimamente relacionados, y en este trabajo nos hemos propuesto analizar esta relación y comprobar si ayudando a los alumnos en las clases de 3º de ESO de ciencias a ser conscientes de esta relación, mejoran tanto las ideas como su expresión.

MARCO TEÓRICO

En los últimos años, numerosos trabajos muestran el relevante papel de las actividades relacionadas con el lenguaje en la construcción del conocimiento científico, y en particular en el ámbito de la clase de ciencias. La apropiación del vocabulario específico y de las definiciones no bastan para que el alumno se apropie del conocimiento de la materia. Se requiere un proceso mucho más complejo y en este proceso de construcción, el lenguaje no es sólo una manera de expresarse correctamente, sino también un instrumento por construir las ideas científicas.

El aprendizaje es un proceso social de construcción del conocimiento, en el que las actividades discursivas son esenciales (Driver & Newton, 2000). Igualmente se ha mostrado la relevancia del razonamiento argumentativo para la enseñanza de las ciencias (Jiménez, Bugallo y Duschl, 2000). Desde esta perspectiva, enseñar y aprender ciencia dentro las aulas escolares implica llevar a cabo actividades basadas en el lenguaje (Sutton, 1997; Lemke, 1993;) y poca ciencia se puede hacer y aprender sin discutir, razonar, argumentar, criticar o justificar (Custodio y Sanmartí, 1997; Izquierdo y Sanmartí, 1998).

Según Lemke (1993), para hablar o escribir ciencia es necesario conocer el patrón temático (el modelo teórico y los conceptos, experiencias, etc. asociados) y el patrón estructural, relacionado con el tipo de discurso empleado para hablar del patrón temático (las estructuras retóricas, los diferentes géneros...). Este estudio se refiere a la enseñanza – aprendizaje simultáneo de ambos patrones. En concreto, el patrón temático estudiado hace referencia al origen de los seres vivos mientras que el patrón estructural se refiere a la justificación de las ideas científicas.

OBJETIVOS

A partir de las consideraciones anteriores nos hemos planteado las preguntas siguientes:

- ¿Qué características (en relación al patrón temático y estructural) tienen los textos justificativos escritos por los alumnos en la clase de ciencias?
- ¿El mejor conocimiento del patrón estructural de este tipo de textos permite también escribir mejores textos justificativos? Qué diferencias presentan los textos justificativos, según se haya trabajado o no el patrón estructural?
- ¿Hay relación entre la mejora en la calidad de las ideas expresadas y la calidad del texto justificativo?

DESARROLLO

Método y muestra

Hemos trabajado sobre una muestra de 35 estudiantes de 3º de ESO (2 clases). Una primera parte de la investigación consistió en comparar dos textos justificativos elaborados por ellos en la clase de ciencias, en relación a dos temas distintos. El primer texto correspondía a una actividad de evaluación final sobre la clasificación de los seres vivos, el sistema anterior de dos reinos y el actual de 5, la posible clasificación futura y las razones de estos cambios. En el segundo caso, también era una actividad de evaluación final, en este caso sobre el origen de los seres vivos, la generación espontánea y las teorías de Van Helmont y Redi.

Antes de escribir el segundo texto se hicieron diversas actividades orientadas a promover la construcción tanto del contenido científico como del patrón estructural. Primero elaboraron un texto para justificar la presencia de gusanos en un bote de harina de la cocina, demanda que también fue solicitada al final del proceso de enseñanza y la comparación de ambos escritos fue el objeto de estudio de la segunda parte de esta investigación.

Algunas de las actividades consistieron en el análisis de textos de Van Helmont y Redi, acompañados de actividades escritas individuales sobre su grado de acuerdo con las opiniones expresadas y discusiones en el grupo de trabajo y en el grupo-clase. A partir de este contraste de pareceres y de tomar conciencia de la dificultad en reconocer cuando algo es una evidencia de un hecho o sólo una opinión o de la necesidad de relacionar coherentemente causas con efectos, entre otros aspectos, se negoció con los alumnos pautas características de los textos justificativos. Estas pautas (patrón estructural) se aplicaron en otras actividades de la unidad didáctica, que los alumnos evaluaron-regularon cooperativamente.

A lo largo de todas las actividades, el profesor mantuvo una posición neutral y no dio ninguna indicación sobre si la generación espontánea era una teoría aceptable o no. Los estudiantes se fueron formando su propia opinión a partir de las diversas actividades.

Algunos resultados

1ª fase de la investigación: Comparación entre los dos textos de evaluación final elaborados el primero sin haber ayudado a los alumnos a tomar conciencia de las características de un texto justificativo.

Los textos fueron evaluados y clasificados por dos profesores diferentes en tres grupos de acuerdo con su calidad global (con los criterios que aplicarían si evaluaran sus propios alumnos). En el primer grupo (A) se incluyeron los textos de menor calidad global, en el segundo (B) los de calidad media, y en el tercero (C) los mejores textos. Cuando no hubo acuerdo, se pidió la opinión a un tercer profesor.

Posteriormente se estudiaron los textos para caracterizarlos, tanto en relación con el patrón temático como con el patrón estructural. Por ejemplo, en relación al patrón temático se analizaron los criterios para diferenciar los diferentes reinos o las razones para justificar o rechazar la generación espontánea y se valoró su pertenencia, precisión, volumen de conocimientos y uso de reglas (Thagard 1992). En relación al patrón estructural se analizaron, entre otras variables, la organización del texto (superestructura, macroestructura, microestructura).

Finalmente se compararon los dos textos para comprobar si se podían identificar diferencias importantes entre ellos. Se trabajó con una muestra de 20 alumnos escogidos al azar.

Los resultados muestran tal como era de esperar, que la gran mayoría de textos de menos calidad son incompletos, en el sentido que no atienden todas las consignas de la demanda del profesor y son frecuentes los apartados sin contestar. Por ejemplo puede faltar la definición de generación espontánea o la descripción de los experimentos de Van Helmont y Redi, mientras que los textos considerados mejores tienden a ser más completos. No obstante, la correlación no es total, puesto que hay alumnos mal valorados en textos completos y viceversa. En este último caso se debe a que, al evaluar, el profesorado realiza numerosas inferencias de lo que cree que sabe el alumno.

Otra diferencia notable entre los tres grupos es el uso de reglas fundamentales para explicar puntos de vista o definir conceptos (por ejemplo, en el caso de la generación espontánea una regla fundamental para la definición podría ser: la generación espontánea es la formación de nuevos seres vivos que no provienen de sus progenitores.) Así, ningún texto del grupo A usa reglas fundamentales para explicar qué es la generación espontánea, en el grupo mediano se usan algunas reglas aunque son implícitas y en grupo C se usan reglas fundamentales de forma explícita o implícita. En cambio, las definiciones no aceptables y el recurso a ejemplos son más frecuentes en los textos de menor calidad global.

Al comparar la calificación global de los textos iniciales y finales se observa una clara mejora, dado que antes de trabajar el patrón estructural, la mayoría de alumnos no conseguía redactar un texto justificativo con un nivel suficiente, mientras que la tendencia es la contraria después de haber negociado, practicado y coevaluado los propios alumnos el patrón temático. La mejora no se refiere únicamente a aspectos formales y de organización del texto, sino que también se refiere al contenido científico.

En el texto inicial, 12 alumnos fueron clasificados en el grupo A, 8 en el grupo B y ninguno en el grupo C. En el texto final, 7 fueron clasificados en el grupo A, 5 en el grupo B y 8 en el grupo C. Todos los alumnos que han cambiado de grupo han mejorado. Incluso 3 alumnos han pasado de escribir un texto inicial clasificado en el grupo A a escribir un texto final clasificado en el grupo C, después de todo el proceso de aprendizaje.

	TEXTO INICIAL 5 REINOS	TEXTO FINAL ORIGEN SERES VIVOS
Grupo A	12	7
Grupo B	8	5
Grupo C	0	8

Cambios en la calificación de los textos iniciales y finales

Al analizar el patrón estructural aplicado, los textos finales del grupo C permiten al lector entender que se trata de textos justificativos, se usan las convenciones consensuadas en el proceso de aprendizaje, se comprende el significado global del texto y las frases están bien encadenadas, de manera que la información dada y la nueva se combinan de forma que el texto se puede seguir sin dificultad. En cambio en algunos textos del grupo A la finalidad no es tan evidente y son más difíciles de entender, aunque tienen una mejor organización en párrafos y menos errores de puntuación que en los iniciales.

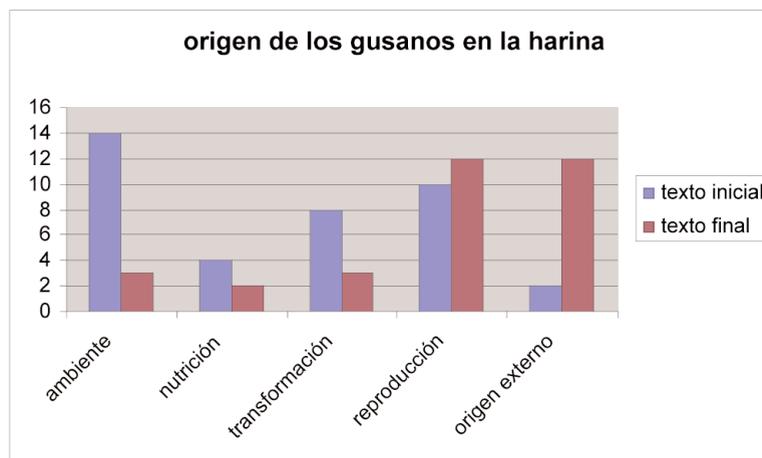
En relación con los aspectos más relacionados con el patrón temático, se observa que en el grupo mejor valorado el grado de pertenencia es más elevado, en el sentido que las razones o argumentos que se usan globalmente tienen coherencia y hacen referencia al objeto de la explicación. Igualmente las palabras se usan con un mayor grado de precisión, y se usan alguna de las entidades fundamentales para la justificación, como en el caso de la clasificación de los seres vivos sería referirse a organismos autótrofos y heterótrofos. También se muestra un mayor volumen de conocimientos.

2ª fase de la investigación: Comparación entre dos textos sobre cómo justifican la aparición de gusanos en un bote de harina, uno elaborado al inicio de la unidad didáctica y otro al final.

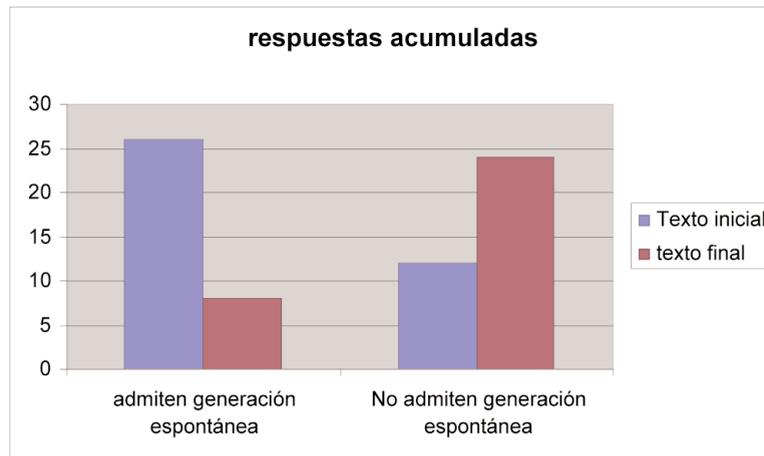
Los argumentos utilizados para justificar el origen de los gusanos eran diversos. Los agrupamos en las siguientes categorías según estuvieran relacionados con el ambiente, nutrición, transformación, reproducción y origen exterior. Las tres primeras corresponden a argumentos alejados de lo que la ciencia admite actualmente y las dos últimas, que no admiten la generación espontánea, se pueden considerar respuestas aceptables desde la ciencia actual.

Los argumentos basados en causas ambientales hacían referencia al calor, al paso del tiempo o al mal estado de la harina sin que en la mayoría de casos se profundizara en la relación causal que permitiera explicar la aparición de los gusanos. Por ejemplo, *...con el paso del tiempo la harina se ha ido pudriendo y han salido gusanos (12B)*, que es una respuesta que estaría más cerca del creacionismo que del punto de vista actual, teniendo en cuenta que el estudiante no relaciona el término putrefacción con microorganismos, tal y como lo conceptualizamos actualmente. Sería el mismo caso de respuestas basadas en la nutrición, como *...se forman gusanos que se van comiendo la harina (2b)* o en la transformación, que se refiere a que una sustancia inanimada que se transforma en seres vivos, como por ejemplo: *cuando ha pasado un cierto tiempo (...) se han creado gusanos que se han formado de partículas de la harina (5B)*.

Los argumentos que suponen la existencia anterior de organismos y, por lo tanto, no admiten la generación espontánea serían las agrupadas en las categorías reproducción y origen externo. Las respuestas del grupo reproducción y origen externo no son de igual calidad, dado que alguna vez la respuesta se refiere a “reproducción” sin que quede totalmente explícita la presencia anterior de organismos que actúen como progenitores. Las respuestas más claras hacen referencia a gusanos o insectos que han puesto huevos, o que han venido de fuera. Por ejemplo: *cuando se ha fabricado (...) algún insecto ha puesto huevos y han criado con el alimento. (8B)* o *entran gusanos que después se van reproduciendo (2B)*. Las respuestas dadas a menudo se refieren a más de un argumento, sobretudo en el texto inicial, mientras que en el texto final las respuestas son menos dispersas y se centran más en la reproducción y en el origen externo (ver figura 1).



A pesar del papel neutral del profesor, los estudiantes han modificado en general su punto de vista y el peso de las respuestas contrarias a la generación espontánea ha aumentado considerablemente. Consideramos por tanto que el patrón temático sobre la generación espontánea de los alumnos ha evolucionado positivamente tal como se muestra en la figura 2.



CONCLUSIONES

Valoramos que la apropiación de un modelo de texto justificativo para la clase de ciencias facilita mucho el trabajo de los alumnos al seleccionar y comunicar las ideas científicas. Los que al final escriben un texto mejor que al principio, han aplicado totalmente o en parte las pautas consensuadas para escribir un texto científico. El hecho de planificar lo que se quiere escribir, detallando que se quiere justificar, cuales son los datos, qué razones a favor y en contra se pueden considerar, ayuda no sólo a que el texto esté más organizado, sino que las ideas expuestas sean más completas, pertinentes y claras.

La mejora se da tanto en relación al patrón temático como el estructural. La mayoría de alumnos que han dominado el patrón estructural se hacen representaciones sobre el origen de los seres vivos y la generación espontánea mucho más próximas a la que se admite de manera general por la comunidad científica, tanto con respecto a los alumnos que ya en un principio no admitían la generación espontánea como los que dudaban o la admitían.

Valoramos, por tanto, la importancia para la mejora del aprendizaje de profundizar en el aula en aspectos relacionados con la escritura de textos justificativos a la vez que en la trama de ideas o modelo científico que aprenden. El aprendizaje simultáneo de los patrones estructurales y temáticos posibilita que los estudiantes reconozcan que escribir y hacerse entender por los demás es una actividad propia de los científicos y que es necesaria para generar conocimiento científico.

Finalmente, hay que tener en cuenta que la apropiación por parte de los alumnos de las habilidades trabajadas en esta investigación es un proceso a largo plazo. Con una sola actividad de este tipo es difícil que todo el alumnado se apropie de las características de un texto justificativo. Sería necesario que el trabajo de las habilidades comunicativas fueran una constante en todas las actividades llevadas a cabo durante el curso, incidiendo en la reflexión metacognitiva sobre las relaciones entre como se escribe un texto científico o como se razona sobre ciencia.

REFERENCIAS

- CUSTODIO, E & SANMARTÍ, N. (1997). Aprender a justificar científicamente: el caso de l'origen dels éssers vius. *Temps d'educació*, n. 18, pp 17-41.
- DRIVER, R & NEWTON, P.(2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312 .
- IZQUIERDO, M.& SANMARTI, N (1998) *Enseñar a leer y a escribir textos de ciencias experimentales* en Hablar y escribir

para aprender. Jorba J; Gómez I; Prat A. Editores. ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona
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, pp. 757-792.
LEMKE, J.L. (1993) *Talking science: language, learning and values*. Ablex publishing corporation, Nordwood,
SUTTON, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, pp. 8-32.
THAGARD, P (1992) *Conceptual Revolutions*. Princeton. Princeton University Press

Agradecimientos: al proyecto coordinado y financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, proyecto UAB, BSO2002-04073-C02-01 parcialmente financiado con fondos FEDER; subproyecto USC código BSO2002-04073-C02-02.