

ESCRITURA DE ARTÍCULOS Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS: ANDAMIOS PARA ESCRIBIR, PENSAR Y ACTUAR EN EL LABORATORIO

Jordi Domènech Casal

Grupo LIEC, Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales

Universitat Autònoma de Barcelona.

INS Marta Mata, Montornès del Vallès

RESUMEN: Las estrategias de aprendizaje de las ciencias mediante la indagación promueven el desarrollo de razonamientos y habilidades científicas por parte del alumnado. Para fortalecer estos aspectos del alumnado, en el marco de actividades de indagación se han desarrollado y aplicado andamios didácticos que, mediante la mejora de la escritura científica del alumnado, promueven una mayor comprensión de las actividades prácticas y los razonamientos científicos que participan en ellas.

PALABRAS CLAVE: ECBI, andamios didácticos, trabajos prácticos, escritura, conectores gramaticales

OBJETIVOS

- Fortalecer habilidades de razonamiento científico del alumnado (analizar resultados científicamente, diferenciar entre resultados y conclusiones, diseñar experimentos con sentido).
- Mejorar la comprensión de las actividades investigadoras por parte del alumnado.
- Testar la utilidad de andamios didácticos de escritura científica para el diseño y la reflexión sobre actividades investigativas escolares.

MARCO TEÓRICO

Las aproximaciones de Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (ECBI)- constituyen actividades didácticas adecuadas para la adquisición de actitudes y habilidades científicas transferibles, y promueven el interés e implicación del alumnado (Rocard *et al*, 2006, Osborne y Dillon, 2008), facilitando su interacción directa con evidencias científicas en actividades de construcción de conocimiento .

En tales actividades, más allá de la pericia técnica, se esperan del alumnado habilidades de razonamiento y actitudes científicas, lo que se conoce con la expresión “*hands on, minds on*”. Nuestra experiencia en el aula muestra que el alumnado suele encontrar dificultades para pensar científicamente, en los procesos siguientes: analizar resultados científicamente, diferenciar entre resultados y conclusiones, y diseñar experimentos con sentido.

El uso de estrategias didácticas de lectura y escritura de textos científicos es una aproximación que está siendo utilizada con éxito para promover el desarrollo de actitudes y habilidades de razonamiento científico entre el alumnado (Sanmartí, 2003, Márquez y Prats, 2010). Esta aproximación se apoya en la idea que las habilidades cognitivo-lingüísticas necesarias para el desarrollo de razonamientos científicos (como comparar, justificar, argumentar) van asociadas al dominio de tipos textuales concretos (Jorba, Gómez y Prat, 1998) que pueden enseñarse. En esta línea, varios autores defienden que orientar las actividades de indagación hacia la comunicación incide positivamente en la comprensión del proceso (Caamaño, 2002, Menoyo, 2010).

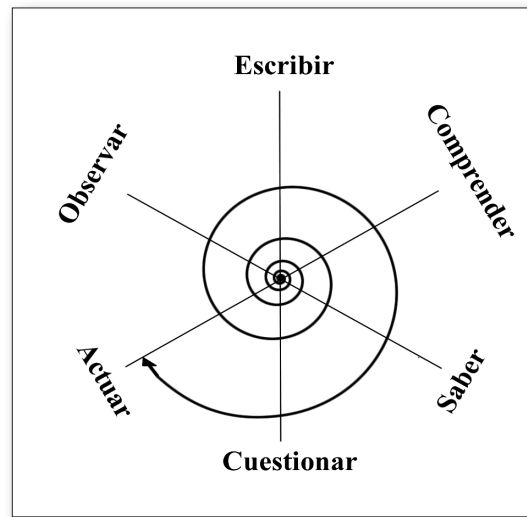


Fig. 1. Sólo comprendemos lo que re-formulamos con nuestra “gramática” personal (nuestra red de recuerdos, conceptos previos, etc.), y escribir es uno de los procesos clave para re-formular las experiencias y entre-tejerlas en esta red. Modificado de Domènech (2013a).

METODOLOGÍA

Siguiendo las propuestas de otros autores (García-Rovira y Sanmartí, 1998, Sanmartí, 2003), hemos desarrollado dos andamios didácticos que el alumnado ha usado para diseñar experimentos y escribir artículos científicos sobre sus resultados en varios trabajos prácticos investigativos en el laboratorio. En la experiencia, realizada con 7 grupos de 15 alumnos de 2 ESO durante tres cursos académicos, 2010-2013), los alumnos han investigado sobre aspectos del temario de Ciencias Naturales (tamaño de las células, absorción de agua por las raíces, ley de Hooke, efecto de empuje hidrostático,...).

Para cada uno de los trabajos prácticos, se pedía a los alumnos que diseñaran experimentos para encontrar respuestas a preguntas concretas, y que una vez realizada la investigación, escribieran sobre ella un informe en formato de artículo científico.

Los resultados de la experiencia se han valorado a partir de los trabajos del alumnado, observaciones en el aula, preguntas específicas en los exámenes, además de observaciones del alumnado sistematizadas mediante una encuesta.

Diseñar experimentos con sentido: Tablas de desenlaces

Las Tablas de Desenlaces son un andamio didáctico en forma de tabla donde el alumnado escribe (*con anterioridad a la realización del experimento*) los diferentes tratamientos propuestos (en columnas), y las distintas combinaciones de desenlaces posibles (en filas), y *qué conclusión se sacaría* de cada uno de los desenlaces. La tabla contiene diferentes conectores gramaticales (*si...significaría que...ya que...*) y tiempos verbales (*significaría, sería/no sería...*) que establecen categorías semánticas (consecuencia, condición,...).



	Tr 1 Oli tota 	Tr 2 Oli auel, aigua lo per 	
Si	V	RiP	?
Si	V	V	Voldria dir que la planta no va a morir, perquè el Tr 2 no és més
Si	RiP	RiP	Voldria dir que l'apex no absorbeix, o que és tòxic, perquè encara que hi ha aigua al biberó
Si	RiP	V	Es voldria dir que l'apex absorbeix, perquè si hi ha aigua fa que la planta sobreviu

Fig. 2. Tabla de desenlaces extraída de un experimento diseñado por el alumnado para determinar -en cultivos hidropónicos y midiendo la supervivencia de las plantas (RiP / \checkmark)- si el ápice de la raíz es capaz de absorber agua. La plantilla-guía para realizar la tabla se puede descargar libremente de internet¹

La tabla tiene por objetivo ayudar al alumnado a identificar de antemano si su experimento está bien planteado (falta de controles, etc...), ya que: 1) pensar *cómo vamos a explicar* eso que estamos haciendo permite entender mejor el procedimiento o razonamiento. 2) diseñar experimentos consiste, en buena parte, en proyectar expectativas en función de un modelo previo. Este andamio ha sido aplicado sólo durante el último curso académico.

Diferenciar entre resultados y conclusiones y analizar resultados científicamente: pautas para escribir artículos científicos

Para apoyar la escritura de artículos científicos por parte del alumnado, se ha propuesto y descrito al alumnado una plantilla (disponible para su descarga libre¹) en la que se explicitaron las funciones y conectores gramaticales estándar para cada sección de un artículo científico (introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones) (Doménech, 2013a).

1. <http://blogcienciasnaturals.wordpress.com/2013/01/07/taula-de-desenllacos-bastida-didactica-per-a-dissenyar-experiments/>

Resultados

Como vemos en el gráfico 1..., se pueden distinguir....
Comparativamente "A" es...más grande/intenso/suave....que "B".
Hay/no hay diferencia entre....."A" i "B".

Discusión

Si/cuando..., entonces/por lo tanto...porque/ya que...

Ej:

Si pongo el dedo en agua se moja, por lo tanto, el agua moja, porque sino el dedo saldría seco.

Como...esto significa que....dado que...

Ej:

Como el dedo sale mojado cuando lo ponemos en agua, esto significa que el agua moja, dado que si no lo ponemos, no se moja.

Fig. 3. Fragmentos de la pauta para la escritura de artículos científicos. La pauta sigue los apartados convencionales de un artículo científico y actúa como guía para el análisis de los datos.

El andamio pretende usar la triple correspondencia [conectores gramaticales/función semántica del apartado/etapa de investigación] para ayudar al alumnado a comprender los distintos procesos que lleva a cabo en el marco del trabajo investigador. En particular, distinguir claramente lo que tiene vocación de ser cierto siempre y para todos (los resultados) y las interpretaciones que sacamos de ellas, que tienen un rango menor de certeza (las conclusiones podrán variar si se añaden nuevos experimentos). Esta plantilla se ha usado durante los tres cursos académicos.

RESULTADOS

El uso de la tabla de desenlaces ha provocado un cambio en las preguntas en el aula, de "por qué ha pasado esto" o "qué significa que haya sucedido esto", a preguntas del tipo "qué significaría si..." o "cómo explicaré que...". Esto ha promovido una anticipación del alumnado y ha mejorado su implicación. Asimismo, han disminuido los casos de diseños de experimentos incoherentes con las hipótesis y puesto de manifiesto que anteriormente muchos alumnos no consideraban cuáles eran los objetivos antes de diseñar el experimento. No disponemos de datos estadísticos aún para este andamio, pero algunos alumnos comentan que "me obliga a pararme a pensar porqué hacemos el experimento" o "he visto que el experimento que hacía no servía para lo que queríamos".

En la redacción de artículos científicos, la agilidad del alumnado en el uso del vocabulario y su comprensión de la actividad (consciencia de los objetivos,...) creció notablemente, lo que un 40% del alumnado asocia al hecho de escribir el artículo. Se ha visto una mejora en lo que se refiere a la distinción entre resultados y la discusión y conclusiones. El uso de la plantilla ha mejorado la calidad de los textos del alumnado (uso más frecuente y correcto de conectores). En la encuesta realizada un 65% del alumnado afirma que la plantilla le ha hecho mejorar en la redacción de sus trabajos de investigación, y un 60% lo atribuye al estudio de los conectores gramaticales. Preguntas específicas en exámenes escritos han permitido determinar que las habilidades investigadoras del alumnado han mejorado (diseñar experimentos, extraer conclusiones de datos,...).

CONCLUSIONES

Los primeros resultados obtenidos indican que los diferentes andamios didácticos han resultado una herramienta útil para mejorar la comprensión de los trabajos prácticos realizados y promover en el alumnado habilidades científicas más allá de la escritura. Simplificar los andamios, usar ejemplos, y promover la participación del alumnado su creación son propuestas que han hecho otros autores (Sanmartí, 2003) y estamos valorando. Para niveles educativos superiores, iniciativas similares podrían incorporar andamios específicos para argumentar, como los propuestos por otros autores (Solbes, Ruiz y Furió, 2010, Trinidad, 2010).

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU-2012-38022-C02-02).

REFERENCIAS

- Caamaño, A. (2002). ¿Cómo transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos? *Aula de Innovación Educativa*, 113, pp. 21-26
- Domènech, J. (2013a). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, en edición.
- Domènech, J. (2013b). Indagación en el aula: actividades manipulativas y entornos TIC. Aportaciones del curso de verano Pathway. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, en evaluación.
- García-Rovira, M.P. y Sanmartí, N. (1998). Las bases de orientación: un instrumento para enseñar a pensar teóricamente en biología. *Alambique, Didáctica de las ciencias Experimentales* (16) pp. 8-20
- Jorba, J., Gómez, I. y Prat, A. (1998). *Parlar i escriure per aprendre*. Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació.
- Márquez, C. y Prat, A. (eds) (2012). *Competència científica i lectora a secundària. L'ús de textos a les classes de ciències*. Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat.
- Menoyo, M.P. (2010). ¡Yo me apunto a hacer trabajos de investigación! La voz del profesorado y el alumnado. *Aula de Innovación Educativa*, 195, pp. 56-62
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. Report to the Nuffield Foundation*.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Heriksson, H. y Hemmo, V. (2006). *Science Education Now: a new pedagogy for the future of Europe*. Report for the European Commission. [http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf]
- Sanmartí, N. (coord). (2003) *Aprender ciencias tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Edicions 62.
- Solbes, J., Ruiz, J.J. y Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 63, pp. 65-75
- Trinidad, O. (2010). Producción de argumentaciones escritas en las clases de física. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales* 63, pp. 50-56