

LA TÉCNICA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS REALES EN LA CLASE DE CIENCIAS: UNA EXPERIENCIA EN BACHILLERATO

Virginia Aznar Cuadrado
Escuela Universitaria de Magisterio de Vigo
Universidade de Vigo

RESUMEN

La experiencia didáctica a la que se refiere este trabajo se enmarca dentro del proyecto RODA (razonamiento, argumentación y discusión) de la Universidad de Santiago de Compostela. Fue llevada a cabo con alumnos de bachillerato utilizando problemas reales. La utilización de estos problemas auténticos determina la metodología a emplear, dada la complejidad de los problemas ambientales que se utilizan, y supone una cuidada selección de los contenidos a desarrollar en el marco del currículum oficial. El análisis de esta propuesta se debe hacer bajo diferentes dimensiones (pedagógica, cognitiva y metacognitiva, comunicativa y social) que forman parte de lo que se conoce como ecología intelectual.

Palabras clave: educación medioambiental, argumentación, ecología intelectual.

ABSTRACT

The didactic experience in this paper is framed in the RODA Project (Reasoning, Discussion, Argumentation) in the University of Santiago de Compostela (Spain). It was carried out by A level grade students using real problems. The use of these real problems determines the methodology, given the complexity of environmental issues, and poses a carefully selected variety of contents framed in the official curriculum. The analysis of this proposal is made under different dimensions (pedagogical, cognitive and metacognitive, communicative and social) which make part of what is known as intellectual ecology.

Keywords: environmental education, argumentation, intellectual ecology.

1. MARCO TEÓRICO

En los últimos años en Galicia, se requiere que el alumnado de secundaria adquiera las denominadas competencias básicas, que se definen como “as capacidades de poñer na práctica de forma integrada, en contextos e situacións diversas, os coñecementos, as habilidades, e as actitudes persoais adquiridas (...)” (D.O.G, 2007). Es decir, se espera del alumnado que sea capaz de usar lo aprendido en distintos contextos de su vida.

Sin embargo, en la mayoría de las aulas no se promueven ese tipo de aprendizajes contextualizados en la vida real, sino que se utilizan problemas repetitivos y sin conexión con el entorno del alumnado. En esas condiciones, el conocimiento conceptual es mucho más difícil de aplicar, ya que éste no se puede extrapolar de las situaciones en las que se aprende a las que se utiliza (Jiménez-Aleixandre, 2003).

En algunos foros, el aprendizaje, en el contexto social de la clase de ciencias, no se ve como la sustitución de viejas ideas por otras nuevas, sino como la negociación de nuevos significados en

un proceso comunicativo en el que las diferentes perspectivas culturales del alumnado se encuentran entre sí en un proceso de crecimiento mutuo. Esta interacción discursiva constituye el proceso de creación de significado (Scott & Mortimer, 2002). De este modo, los miembros de la clase que constituyen esa comunidad determinada crean una forma propia de pensar, hablar, actuar y relacionarse como consecuencia de la interacción social establecida (Kelly et al, 1998).

Podemos considerar que enseñar ciencias es hablar ciencias (no sólo utilizar vocabulario sino significados y procedimientos científicos) y trabajar como una comunidad de científicos. Para facilitar las ocasiones en las que el alumnado hable ciencias deben plantearse cuestiones o problemas que potencien el diálogo entre ellos, en los que formulen sus propias preguntas y se contesten entre sí, propongan explicaciones, presenten informes de trabajo en grupo...., es decir, que haya intercambios argumentativos donde se produzca el “diálogo verdadero” y no el diálogo triádico habitual en muchas aulas en el que se sigue la secuencia: pregunta el profesor - responde el alumno - valora positiva o negativamente el profesor (Lemke, 1997). Estas ocasiones en las que se potencie el “diálogo verdadero” pueden ser problemas reales medioambientales cercanos, motivadores y significativos que estén conectados con la vida de los estudiantes, que no tengan una solución única y que presenten diferentes aspectos a estudiar o considerar para llegar a una solución. Estas actividades auténticas son las que establecen una conexión entre el aula y el mundo, haciendo más atrayente el aprendizaje de las ciencias. Estas actividades, según Jiménez Aleixandre (2003), se caracterizan por rasgos como:

- a) El contexto es la vida real, de esta forma el alumno puede percibir su relevancia y su utilidad.
- b) Son actividades mal estructuradas y abiertas, como suelen ser los problemas reales. En ellas tiene tanta importancia el proceso de resolución del problema como la solución final. Son actividades que generan una gran variedad de respuestas que, a su vez, promueven distintas formas de trabajo. Y son actividades que favorecen que los alumnos tengan que justificar cada una de las opciones elegidas.
- c) Su proceso de resolución promueve el desarrollo de las competencias, entre otras las argumentativas, y requiere relacionar los datos suministrados con las conclusiones y justificarlas adecuadamente. Además estos problemas favorecen la integración de conocimientos de distintas áreas (biología, geología, medio ambiente...)

Esta forma de trabajar favorece en el alumnado la adquisición de herramientas útiles para la vida, y el desarrollo de un pensamiento crítico ante distintas fuentes de información.

Estos problemas auténticos son los que propone Duschl (1998): problemas reales relevantes para el alumnado y con un cierto grado de complejidad que hace que su resolución siga unas pautas similares a las que se llevan a cabo en la comunidad científica.

En esta experiencia, enmarcada dentro del proyecto RODA (Razonamiento, argumentación y discusión) de la Universidad de Santiago de Compostela, se propone una metodología de resolución de problemas en la que la toma de decisiones por parte del alumnado, para el problema ambiental que se propone, implica la utilización de estrategias adecuadas que desarrollen la capacidad de razonar y argumentar –relacionar datos y conclusiones- por medio del debate entre ideas (Jiménez Aleixandre, 2003). Estudios recientes sobre la argumentación en las clases de ciencias nos muestran

diferentes maneras de abordarla: desde los aspectos sociales, la forma de diseñar ambientes y estrategias para promoverla o analizando la calidad de la argumentación (Jiménez et al, 2000; Jiménez & Reigosa, 2006; López & Jiménez, 2007).

La resolución de problemas es un proceso en el que hay que identificar el problema, proponer y valorar diferentes alternativas y elegir la más adecuada. La indagación como modo de aprendizaje presenta al estudiante como alguien que sigue las pautas del razonamiento científico (Jiménez Aleixandre, 1998). En este contexto, el diseño de las clases se corresponde con lo que es la esencia del trabajo científico.

Una forma de lograr la inmersión del alumnado en la cultura científica es transformar las clases de ciencias en comunidades de aprendizaje (Brown, 1992). En estas comunidades de aprendizaje la responsabilidad de aprender se comparte entre profesorado y alumnado, y este aprendizaje deja de ser una cuestión individual para convertirse en una tarea de equipo, en la que se enseñan unos a otros y se ayudan a aprender, lo que se ha denominado *enseñanza recíproca* (Jiménez Aleixandre, 2003).

La exploración de ideas y el aprendizaje cooperativo requieren un clima de diálogo en el aula, en el que nadie tenga reparo en exponer sus ideas por miedo a equivocarse. Uno de los métodos de aprendizaje cooperativo que se pueden utilizar con este fin es la técnica de *puzzle o jigsaw*, en la que se establecen un gran número de interacciones entre el alumnado, que hacen que las discrepancias entre ellos sean generadoras de aprendizaje. Esta técnica fue diseñada por Aronson (Aronson y Patnoe, 1997; Aronson et al, 1978; Ibáñez y Gómez Alemany, 2005) y resulta útil para trabajar contenidos de ciencias que puedan ser fragmentados en diferentes partes, como los referidos a Educación Ambiental donde suele haber varios aspectos que intervienen a la vez.

Del mismo modo que los problemas medioambientales se deben abordar desde diferentes perspectivas (ecológica, económica, política, técnica, etc.) una experiencia compleja como la que nos ocupa se debería examinar y caracterizar bajo diferentes dimensiones (pedagógica, cognitiva, comunicativa y social), que están interrelacionadas y que forman parte de lo que se conoce como *ecología intelectual* (Jiménez, M. P. et al, 2005; Jiménez-Aleixandre, M .P., 2007). Estas cuatro dimensiones incluyen categorías como: estrategias metodológicas del profesor, clima de clase, poner la responsabilidad en manos de los estudiantes y darles autoridad para evaluar (dimensión pedagógica), reflexiones de los estudiantes sobre el control de su propio aprendizaje y sobre el aprendizaje como un proceso complejo donde el todo no es la suma de las partes, sobre el proceso de llegar a conclusiones a partir de los datos (dimensión cognitiva y metacognitiva), interacciones dialógicas e interactivas en el aula, utilización de analogías y metáforas (dimensión comunicativa), la influencia del líder, cooperación en la co-construcción de argumentos (dimensión social)

2. LA EXPERIENCIA

2.1. El problema real

Las Gándaras de Budiño están situadas en el sur de Galicia y son un humedal de gran valor ecológico donde viven especies vegetales y animales protegidas. Por ello, este paraje se encuentra incluido en la Red Natura 2000. El humedal pertenece a la cuenca del río Louro, donde vierten

residuos varios polígonos industriales, contaminando las aguas que llegan a la laguna de Las Gándaras. De este río también toman suministro de agua las canteras de granito del municipio de O Porriño, disminuyendo así el aporte hídrico de dicha laguna.

Para solucionar el problema de la contaminación se ha previsto un plan de saneamiento integral en el que se propone la construcción de un colector que recoja los vertidos de las industrias, atravesando la laguna y desembocando directamente en el río Miño.

Esta zona de las Gándaras es elegida desde hace muchos años para llevar a cabo una de las salidas didácticas programadas a lo largo del curso por el centro en que se llevó a cabo la experiencia.

2.2. Participación y recogida de datos

La experiencia se llevó a cabo durante un mes con alumnos y alumnas de bachillerato. Las sesiones de trabajo fueron grabadas en audio y vídeo por una observadora externa (la autora) para su posterior transcripción y análisis. También se elaboró una libreta de campo donde se registraron las observaciones en el aula. Además se recogieron todas las producciones escritas y gráficas (mapas, croquis) de los diferentes grupos de trabajo, así como los informes y actividades individuales de cada alumno y alumna contenidos en sus portfolios.

2.3. Propuesta didáctica

La profesora elaboró una unidad didáctica en la que, además de recoger los contenidos del programa oficial, se incluyeron contenidos de Educación Ambiental.

Algunas de las actividades propuestas quedan reflejadas en esta secuencia general de la puesta en práctica de la unidad:

- Actividades de introducción y motivación: para la iniciación al tema se presentaron un par de lecturas sobre el paisaje y la humanidad, se comentaron algunos conceptos clave, se hizo un concurso de lemas a favor de la biodiversidad y se utilizó un pretest, sobre mis paisajes favoritos, como actividad de motivación y sondeo de ideas previas que posteriormente se puso en común. También se hizo una salida a la zona como motivación y experiencia directa, en la que se aplicaron los conocimientos geológicos que ya se tenían y se tomó nota del estado del ecosistema para un posterior estudio. Se le entregó al alumnado una supuesta carta de la Consellería de Educación en la que se les pedía su opinión acerca de la construcción del colector. Esta consulta, además de sorprenderles y motivarles, les dio el estatus de comunidad científica.
- Actividades de búsqueda de información y de indagación: se continuó con el análisis de la carta (análisis del lenguaje empleado —científico y administrativo—, delimitación del problema y listado de información que se necesita conocer para responder) y la formación de seis grupos de trabajo monográfico derivados del listado. Cada grupo debía realizar un informe del tema que le había correspondido y para ello debían solicitar la información que necesitasen a la profesora.

- Actividades de razonamiento y argumentación: Se redistribuyeron los grupos de trabajo mediante la técnica de puzzle (fig. 1). En estas nuevas agrupaciones cada alumno o alumna era responsable de explicar a los demás su informe del tema monográfico, que se discute en grupo. Se elabora un informe final (con un guión preestablecido) en el que se debe argumentar la conveniencia o no de la construcción del colector. Se realiza un debate final donde quedan marcadas cuatro posturas.

Para intentar aclarar algunos interrogantes que quedan, en cuanto a la construcción del colector y la posterior regeneración del ecosistema, la profesora programa un debate con expertos: el ingeniero jefe redactor del Proyecto de Saneamiento y el presidente del grupo ecologista ERVA que defiende la conservación del ecosistema de la zona. El alumnado debe preparar las preguntas para esta actividad. Al final de estas actividades se siguen manteniendo las cuatro soluciones.

Grupos de estudio monográficos:

1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6
1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6

Nuevas agrupaciones para elaborar el informe final:

1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6

Fig. 1. Técnica de puzzle (jigsaw)

3. ALGUNOS RESULTADOS, CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

La propuesta didáctica que se ha descrito sigue los principios de diseño que proponen Duschl y Gitomer (1996) en su proyecto:

1. Identificar problemas auténticos y conectados con la vida real para ser investigados. En esta experiencia se trata de un problema real, cercano y motivador para el alumnado.
2. Seleccionar los conceptos sobre los que se trabaja, sobre los que se realizan actividades y de los que los y las estudiantes deben apropiarse y utilizar en la resolución de problemas. Se han utilizado contenidos tanto del currículum oficial como específicos de Educación Ambiental.
3. Promover la variedad: variedad de tareas para producir variedad de resultados, es decir, aportar diferentes soluciones y propuestas. En esta unidad se desarrollan actividades que persiguen el razonamiento y la argumentación.
4. Criterios y propuestas compartidos: tanto los productos y propuestas de los estudiantes como los criterios de evaluación son públicos y explícitos. Se proponen trabajos en diferentes agrupaciones de alumnos y alumnas y se realizan puestas en común y debates para poner en común la información y los resultados.

5. Evaluación por carpeta (portfolio): Se pide al alumnado que elabore una carpeta que contenga el conjunto de actividades, guiones y productos realizados por cada estudiante. Este es uno de los elementos esenciales en la evaluación. Al alumnado le sirve como registro de metacognición.

En la primera fase de estudio de esta experiencia se transcribieron y analizaron algunas de las sesiones clave, como la sesión 17 en la que todos los grupos de trabajo tienen unos minutos para ultimar su informe de conclusiones y preparar la exposición de su postura en el debate final. En el guión de este informe se les pedía que tomaran una decisión sobre la conveniencia o no de la construcción del colector por la laguna, y que diesen las razones a favor y en contra para justificar su postura.

Las transcripciones muestran que los estudiantes establecen diálogos verdaderos, respondiéndose unos a otros con poca intervención de la profesora, que sólo participa para pedir justificaciones. Como al alumnado no se les ha enseñado estrategias de argumentación la cuestión reside en el ambiente del aula que propicia el diálogo y la argumentación. Se debe analizar, por tanto, desde el ámbito de la ecología intelectual.

Los estudiantes que participaron en esta experiencia no habían trabajado nunca estrategias de argumentación, pero se muestra en las transcripciones que son capaces de justificar sus posturas y defenderlas, ya que al final del debate se siguen manteniendo las cuatro soluciones propuestas por los diferentes grupos. Podemos pensar, por lo tanto, que las estrategias de la profesora y el clima creado en el aula promueven la argumentación.

Creemos también que la implicación de los estudiantes en esta experiencia se debe al hecho de asignarles el rol de protagonistas en su propio aprendizaje y de estatus de comunidad científica a la que se pide opinión experta. Esta implicación puede deberse también a seleccionar un problema real, cercano y que afectara personalmente a algún alumno que vive en la zona.

Esta manera de trabajar en la clase de ciencias puede ser una forma innovadora de conseguir que los estudiantes se involucren en su propio aprendizaje, sean conscientes de ello y sean capaces de extrapolar los conocimientos interiorizados a otras situaciones de la vida futura.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del proyecto financiado por el MEC (Ministerio de Educación y Ciencia), código SEJ2006-15589-C02-01/EDUC parcialmente financiado con fondos FEDER. A Cristina Pereiro y a los alumnos y alumnas del I.B. Castela que participaron en la experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARONSON et al. (1978):** *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, Sage Publications.
- ARONSON, E. y PATNOE, S. (1997):** *The Jigsaw Classroom. Building Cooperation in the Classroom*. United States. Longman (2ª edición).
- BROWN, A. L. (1992).** Designing experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classrooms settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2, pp. 141-178.

- DUSCHL, R. A. (1998).** La valoración de las argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), pp. 3-20.
- DUSCHL, R. A. y GITOMER, D.H. (1996).** Projet SEPIA desing principles. *American Educational Research Association (AERA) Annual Meeting*. New York, USA.
- IBÁÑEZ, V. E. y GÓMEZ ALEMANY, I. (2005).** El puzzle: una técnica de aprendizaje cooperativo sencilla y gratificante para profesorado y alumnado. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 45, pp. 27-33.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1998).** Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), pp. 203-216.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (coord.) (2003).** *Enseñar Ciencias*. Barcelona, Graó.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2007):** Designing Argumentation Learning Environments. En ERDURAN, S. y JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.) *Argumentation in Science Education*. Springer, pp. 91-115
- JIMÉNEZ, M. P., LÓPEZ, R. y ERDURAN, S. (2005):** Argumentative quality and intellectual ecology: a case study in Primary School. *National Association for Research in Science teaching (NARST) Meeting*.
- JIMÉNEZ, M. P. y REIGOSA, C. (2006):** Contextualizing Practices across epistemic levels in the Chemistry Laboratory. Online in Wiley InterScience. Kelly, G.J. y Mayer, R.E., Section Coeditors.
- JIMÉNEZ, M. P., PEREIRO, C. y AZNAR, V. (2000):** Expertise, argumentation and scientific Practice: a case study about Environmental Education in the 11th Grade. *ERIC Document* Number ED 439 960.
- KELLY, G. J.; CHEN, C. y CRAWFORD, T. (1998):** Methodological considerations for studying science-in-the-making in educational settings. *Research in Science Education*, 28 (1), pp. 23-49.
- LEMKE, J. L. (1997):** *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona, Paidós.
- LÓPEZ, R. y JIMÉNEZ, M. P. (2007):** ¿Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), pp. 309-324.
- SCOTT, P. y MORTIMER, E. (2002):** Discursive activity on the social plane of high school science classroom: a tool for analysing and planning teaching interactions. *American Educational Research Association (AERA) Annual Meeting*. New Orleans, USA.