

LA RESOLUCIÓN DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA DE ECOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN 1.º DE BACHILLERATO INTERNACIONAL

David Rosa Novalbos, M^a Mercedes Martínez Aznar
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Facultad de Educación - Universidad Complutense de Madrid (UCM)
drosa@ucm.es, mtzaznar@ucm.es

RESUMEN: Los métodos indagativos como la *Metodología de Resolución de Problemas por Investigación (MRPI)* se reconocen en Didáctica de las Ciencias Experimentales como beneficiosos para la construcción del conocimiento y el desarrollo de la competencia científica del alumnado. En este estudio se propone la introducción de situaciones problemáticas abiertas para el desarrollo de actividades experimentales en Bachillerato. Se presenta la adaptación de una práctica obligatoria de ecología de 1º de Bachillerato Internacional y se recogen los resultados de un grupo de estudiantes tras su resolución con la MRPI, comprobándose los buenos resultados que alcanzan en todas las dimensiones de la competencia científica y demostrando los beneficios de introducir metodologías indagativas en niveles educativos postobligatorios.

PALABRAS CLAVE: Competencia científica; Indagación; Metodología de Resolución de Problemas por Investigación (MRPI); Prácticas de ecología; Bachillerato.

OBJETIVOS: Analizar el nivel de aprendizaje alcanzado por el alumnado de la muestra en las diferentes dimensiones de la competencia científica al resolver, mediante la MRPI, la situación problemática de ecología: “*Crea un mesocosmos sustentable*”.

MARCO TEÓRICO

La Metodología de Resolución de Problemas por Investigación (MRPI) es un enfoque indagativo con ventajas respecto al aprendizaje de la competencia científica y el cambio conceptual ampliamente recogidas en la literatura (Ibáñez y Martínez Aznar, 2005; Rosa Novalbos, 2015). En esta investigación se extiende su aplicación al ámbito de Biología del Bachillerato Internacional para promover el desarrollo de la competencia científica en los estudiantes por medio del acercamiento a los métodos indagativos propios de la actividad científica y para aprender a afrontar una investigación personal obligatoria con elevado rigor científico y capacidad de indagación: “*los alumnos deberán tomar conciencia de la forma*

en que los científicos trabajan y se comunican entre ellos. (...) es el enfoque práctico, mediante trabajos experimentales, lo que caracteriza a estas asignaturas” (Organización del Bachillerato Internacional, 2014, p.19).

En la MRPI los estudiantes resuelven las situaciones problemáticas prácticas o de lápiz y papel, problemas verdaderos de enunciado abierto más próximos a los manejados por los científicos, mediante 5 fases que se asimilan a las dimensiones de la competencia científica y que permiten desarrollar investigaciones cuya resolución pueda revisarse y reelaborarse continuamente: Análisis cualitativo del problema; Emisión de hipótesis; Diseño de estrategias de resolución; Resolución del problema; Análisis de resultados (Martínez Aznar e Ibáñez, 2005; Rosa Novalbos, 2015).

Se presenta la resolución de una situación problemática de ecología utilizada como entrenamiento en la MRPI, teniendo en cuenta que el papel de la indagación como fin y/o como medio de la educación científica es habitual en los currículos escolares desde finales del siglo pasado (Abd-El-Khalick y otros, 2004) y que este tipo de modelos de enseñanza-aprendizaje basados en la indagación por medio de la resolución de un reto se consideran más motivadores y apropiados para mejorar la calidad de la educación científica (Informe Rocard, 2007).

METODOLOGÍA

La organización del Bachillerato Internacional establece prácticas obligatorias en Biología como el “Trabajo práctico 5” incluido en la unidad didáctica de Ecología: “Organización de un mesocosmos cerrado para tratar de establecer condiciones de sustentabilidad” (Organización del Bachillerato Internacional, 2014) que se ha implementado en la 1ª evaluación del curso académico 2016-17 para trabajar contenidos de esta ciencia (ciclo de materia, flujo de energía, biotopo, biocenosis, factores bióticos y abióticos, etc.).

El problema aquí propuesto “Crea un mesocosmos sustentable” es la reformulación del profesor-investigador para presentar esta práctica a los estudiantes en el formato de una situación problemática abierta para resolverla mediante la MRPI.

Para el estudio se ha optado por una metodología cualitativa de tipo descriptivo, con la intención de profundizar en las resoluciones de la situación problemática a partir de las producciones escritas de los estudiantes en términos de las 5 fases o dimensiones de la competencia científica de la MRPI (Rodríguez Gómez y otros, 1996).

Muestra

Se trata de un grupo intacto de 19 estudiantes de 16-17 años (4 chicos y 15 chicas) de 1º de Biología de Bachillerato Internacional del I.E.S. Rosa Chacel de Colmenar Viejo (Madrid, España).

Metodología de aula

El estudio invierte 6 sesiones de clase no continuas en el tiempo, con tareas dentro y fuera del aula durante 2 meses. La secuencia metodológica se describe a continuación donde el estudiante ha tenido un rol activo y el profesor el de guía y facilitador del aprendizaje.

En la 1ª sesión se presenta el problema abierto, se entrega la plantilla para la resolución de las situaciones problemáticas con las 5 fases de la MRPI y se dan las consideraciones pertinentes sobre el informe a presentar (formato, fases de la metodología, etc.). Es la primera vez que los estudiantes se enfrentan a un problema abierto y a la MRPI, para ello deben investigar y resolver en casa como tarea

las 3 primeras fases de la MRPI (analizar el marco teórico del problema, plantear sus hipótesis y diseñar su experimento). Cada estudiante comparte con el profesor en Gmail Drive su documento digital.

En la 2ª sesión se trabaja en el grupo clase para analizar el problema, reformularlo, establecer restricciones comunes (tiempo para considerarlo sustentable o la imposibilidad de usar animales vivos por la política del Bachillerato Internacional), aclarar cuestiones para la correcta elaboración de hipótesis y seleccionar materiales y especies posibles para el diseño experimental.

Las sesiones 3ª y 4ª se emplean para la exposición individual de sus diseños experimentales (3 minutos/estudiante). Se trabaja de forma cooperativa planteando dudas y matices a cada diseño y se incide en la importancia de distinguir las variables (dependientes, independientes o controladas).

En la 5ª sesión comienza la fase experimental con los mesocosmos (terrarios, acuarios o híbridos) diseñados y creados por cada escolar (Figura 1) y el inicio de la toma de datos. Se cierran herméticamente a la entrada y salida de materia, se colocan en el aula en el lugar que deciden del espacio destinado para la exposición, se apuntan los datos del inicio del experimento y se decora la zona de exposición.



Fig. 1. Mesocosmos creados para la experimentación.

La experimentación dura 1 mes y los estudiantes deben registrar cada día los datos de la evolución de su mesocosmos para el posterior análisis y extracción de conclusiones (Figura 2).



Fig. 2. Exposición de mesocosmos y toma de datos en el aula.

Tras la fase experimental se fija un plazo para la entrega de los informes, a partir de los cuales el profesor evaluará los informes según se indica en el apartado siguiente, asignándoles el nivel alcanzado en cada dimensión competencial.

Finalmente en una 6ª sesión se entregan las evaluaciones de sus informes con una puesta en común entre alumnado y profesor para su revisión y mejora posterior.

Instrumentos de toma y análisis de datos

El instrumento para la recogida de datos es el informe de resolución de la situación problemática de cada estudiante:

INFORMES <https://padlet.com/darosanov/INFORMESMESOCOSMOSBI2016>

En el vínculo también se encuentra la plantilla empleada por los estudiantes con las 5 fases de la MRPI para la resolución del problema y la rúbrica empleada para el análisis de los informes (Rosa Novalbos y Martínez Aznar, 2014) en la que se han establecido los criterios de corrección con 5 niveles de resolución para cada dimensión competencial que se corresponden con las 5 fases de la MRPI. Se muestra un ejemplo en la Figura 3.

DC 5 - Análisis de los resultados

Nivel 0: No saben / No contestan.

Nivel 1: Irrelevante / Incoherente. No consideran las hipótesis.

Nivel 2: Análisis superficial o sólo indican el resultado o se limitan a indicar que los resultados son lógicos y se cumplen sus hipótesis sin argumentar nada.

Nivel 3: Análisis de los resultados incompleto y encuentran soluciones incompletas para la situación problemática o las hipótesis estudiadas.

Nivel 4: Análisis en profundidad de los factores que han tenido en cuenta para extraer las conclusiones finales de la situación problemática. Encuentran soluciones adecuadas para la situación problemática o las hipótesis estudiadas.

Fig. 3. Ejemplo de niveles de resolución de la dimensión competencial 5 (DC 5) Análisis de los resultados.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos en el informe de resolución de cada estudiante de la situación problemática abierta según las dimensiones competenciales.

Tabla 1.

Resultados de la muestra de estudiantes (DC1 Análisis cualitativo de la situación problemática; DC2 Emisión de hipótesis; DC3 Elaboración de una estrategia de resolución; DC4 Resolución de la situación problemática; DC5 Análisis de los resultados).

ESTUDIANTE	NIVEL DE RESOLUCIÓN DE CADA DIMENSIÓN COMPETENCIAL (DC)				
	Valor mínimo = 0 ; Valor máximo = 4				
	DC 1	DC 2	DC 3	DC 4	DC 5
1	3	4	4	4	4
2	3	3	3	4	4
3	4	3	3	4	4
4	4	4	4	3	4
5	3	4	4	4	4
6	3	3	4	4	4
7	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4
9	3	4	4	4	4
10	3	3	3	4	4
11	4	3	3	4	4
12	3	3	4	4	4
13	2	3	3	3	3
14	4	4	4	4	4
15	4	4	4	4	4
16	4	3	4	4	4
17	4	3	4	4	4
18	4	4	4	4	4
19	3	3	4	4	4
Media	3,47	3,47	3,73	3,89	4

Los resultados muestran que el conjunto de estudiantes alcanza un nivel alto de resolución en todas las dimensiones competenciales por encima del nivel 3,47. Lo que mejor se realiza es el análisis de los resultados DC5, seguido de la realización del experimento DC4 y del diseño de la experimentación DC3. Los niveles más bajos de competencia se obtienen en el análisis del problema DC1 y en la elaboración de hipótesis DC2, aunque no se puedan considerar como niveles bajos de resolución.

A continuación la Figura 4 presenta un ejemplo de cada DC tomados de los informes de los estudiantes y representativos del Nivel 4 más alto de resolución.

DC 1. Análisis de la situación problemática. Estudiante 8:

(...) una práctica que trata sobre la creación de un mesocosmos sustentable, es decir un ecosistema cerrado (...) un sistema experimental que examina el entorno natural en unas condiciones, controlando estas condiciones, como la temperatura, las variables climáticas y ambientales, etc. (...) Un mesocosmos sustentable es tal sistema entre la biocenosis, los factores bióticos, y el biotopo, los factores abióticos, que puede sobrevivir en un envase cerrado a través de relaciones tróficas, el flujo de energía y el ciclo de la materia. Nuestro problema es: ¿se puede crear un ecosistema cerrado sin que entre o salga materia en el que sobrevivan seres vivos?

DC 2. Hipótesis. Estudiante 9:

El mesocosmos cerrado construido logrará sobrevivir más de un mes sin perecer ninguna de las especies, ya que se intentará que dispongan de un espacio parecido a su hábitat natural.

DC 3. Diseño del experimento. Estudiante 14:

Los materiales que se utilizarán son un tarro de cristal de 20 cm de alto por (...), tierra, arcilla expandida, Adiantum, Fittonia y agua. Lo primero que se ha hecho ha sido depositar una capa de arcilla expandida en el fondo del tarro (...) se han establecido cuáles son las variables a estudiar: variable dependiente (la supervivencia de las plantas), variables independientes (la posición del mesocosmos y la cantidad de luz que recibe durante el día) y variables controladas (la cantidad de agua que tiene la planta, la temperatura, la humedad).

DC 4. Realización del experimento. Estudiante 5:

Se escoge el recipiente de 2,5 L de volumen, se dividirá por la mitad (...) se introducen las plantas. Este proceso es llevado a cabo el 4 de octubre de 2016. Es regado con 15 ml en la parte tropical, y (...). El 5 de octubre, el recipiente es herméticamente cerrado a las 9:00 h y hasta el fin del experimento no se volverá a abrir. Es colocado en un lugar luminoso, en donde la luz solar no incide directamente.

DC 5. Conclusiones. Estudiante 6:

Confirmando mi hipótesis donde exponía que el mesocosmos sobreviviría más de un mes, este ha logrado superar ese periodo en más o menos buenas condiciones, aunque empiezan a aparecer síntomas de cierto deterioro (...). La decisión meditada de colocarlo a plena luz ha resultado idónea (...) cometí el error de regar en exceso. Mis propuestas de mejora serían regar menos y haber utilizado un terrario más grande ya que el Sedum ha crecido en los últimos días.

Fig. 4. Ejemplo de resolución de cada dimensión competencial tomado de los informes de los estudiantes representativos del más alto nivel de resolución (Nivel 4).

Una vez realizada la revisión y evaluación de los informes los estudiantes deben mejorarlo según las orientaciones del profesor:

INFORMES <https://padlet.com/darosanov/INFORMESDEFINITIVOSMESOCOSMOS>

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados a partir de los informes elaborados mediante la MRPI permite observar que los estudiantes obtienen valores altos de resolución (por encima de 3,4 sobre 4) en todas las dimensiones de la competencia científica investigada. Estos resultados son satisfactorios al tratarse de la primera situación problemática que tienen que resolver. Por tanto las dificultades encontradas por algunos alumnos en algunas de las dimensiones competenciales como en el análisis de la situación problemática, la emisión de hipótesis y el análisis de los resultados, seguramente serán superadas con la práctica en la utilización de la metodología.

Este estudio demuestra que el empleo durante la etapa del Bachillerato de prácticas susceptibles de ser transformadas en situaciones problemáticas potencian la construcción de las dimensiones de la competencia científica del alumnado (Rosa Novalbos y Martínez Aznar, 2014).

Se concluye también que el tiempo y esfuerzo invertido en este tipo de actividades prácticas en Bachillerato, lejos de quitar tiempo para tratar los contenidos del currículo, favorece un avance posterior más rápido debido a la mejor comprensión de la forma de hacer ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

- ABD-EL-KHALICK, F., BOUJAOUDE, S., DUSCHL, R., LEDERMAN, N. G., MAMLOK-NAAMAN R., HOFSTEIN, A., TREAGUST, D. y TUAN, H-L. (2004). Inquiry in Science Education: International perspective. *Science Education*, 88, 397-419.
- IBÁÑEZ, M^a.T. y MARTÍNEZ AZNAR, M^a.M. (2005). Solving problems in genetics (II): Conceptual Restructuring. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1495-1519.
- INFORME ROCARD (2007). Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. European Commission. Disponible en: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- MARTÍNEZ AZNAR, M^a.M. e IBÁÑEZ, M^a.T. (2005). Solving problems in genetics. *International Journal of Science Education*, 27(1), 101-121.
- ORGANIZACIÓN DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL. (2014). *Guía de Biología*. Disponible en: https://ibpublishing.ibo.org/server2/rest/app/tsm.xml?doc=d_4_biolo_gui_1402_4_s&part=1&chapter=1&CFID=1032397&CFTOKEN=36822270&jsessionid=bc30b0f90c60a4b5a74e660426d3c26e571f
- RODRÍGUEZ, G., GIL, J. y GARCÍA, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Granada: Ediciones Algibe.
- ROSA NOVALBOS, D. (2015). *Desarrollo de una propuesta didáctica sobre contenidos de ecología en 2º de ESO a partir de situaciones problemáticas abiertas*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/40345/1/T38080.pdf>
- ROSA NOVALBOS, D. y MARTÍNEZ AZNAR, M^a.M. (2014). *La competencia científica en 1º de bachillerato a través de la resolución de una situación problemática de geología*. Actas de los 26 Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Disponible en: [http://www.uhu.es/26edce/actas/docs/comunicaciones/orales/pdf/004.1-Rosa-Novalbos-\(bis\).pdf](http://www.uhu.es/26edce/actas/docs/comunicaciones/orales/pdf/004.1-Rosa-Novalbos-(bis).pdf)

