

LA PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIONES Y SU EVALUACIÓN EN 4º DE ESO

M^a MercedesMartínez Aznar
mtzaznar@ucm.es

Iñigo Rodríguez Arteche, M^a Aránzazu Garitagoitia Cid

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación-C.F.P.
Universidad Complutense de Madrid.*

RESUMEN: En este trabajo se comprueba la eficacia de la resolución de situaciones problemáticas abiertas mediante la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI), de características Inquiry-Based Science Education, para el desarrollo de la competencia científica, en concreto de sus aspectos ligados a la planificación de investigaciones. A partir de las producciones de un grupo de escolares de 4º de ESO se analiza el progreso en los aprendizajes que permiten evaluar el grado de competencia respecto a la representación cualitativa, reformulación del problema abierto, emisión de hipótesis, identificación de variables y diseño de la experimentación. Los resultados ponen de manifiesto una mejoría en los niveles competenciales y una transferencia de la metodología de resolución a situaciones problemáticas con contenidos científicos diferentes.

PALABRAS CLAVE: Resolución de problemas, planificación de investigaciones, metodología investigativa, ESO, competencia científica.

OBJETIVOS

Este estudio forma parte de uno más amplio relacionado con la familiarización y el desarrollo de metodologías investigativas para la educación científica. Tiene la finalidad de comprobar la eficacia de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) para el desarrollo de la competencia científica en 4º de ESO, en relación a la planificación de investigaciones y, más concretamente, busca respuestas a la pregunta: *¿La utilización de la MRPI favorecerá el desarrollo, por parte de los estudiantes, de la planificación de investigaciones hacia niveles de competencia más complejos?*

MARCO TEÓRICO

Con la promulgación de la LOGSE (1990) y de la LOE (2006) en los currículos escolares se promueve la utilización de la investigación e indagación para favorecer los aprendizajes y la adquisición de la competencia científica por parte de los estudiantes. Se sugiere la utilización de metodologías de tipo inductivo donde el alumnado debe construir sus propios conocimientos observando y experimentando bajo la guía y orientación del profesor. Con el tiempo, estos enfoques que incluyen el descubrimiento

guiado, la resolución de problemas, los proyectos, los estudios de casos, etc., se han denominado, de forma genérica, Inquiry-Based Science Education (IBSE). Por definición, la indagación (inquiry) es un proceso intencional de: diagnóstico de problemas, crítica de experimentos y diferenciación de alternativas, planificación de investigaciones, comprobación de conjeturas, búsqueda de información, construcción de modelos, debate con los compañeros y formación de argumentos coherentes (Linn, Davis y Bell, 2004, en el Informe Rocard, 2007). En definitiva, puede decirse que todos los métodos inductivos son variantes de la indagación y difieren en la naturaleza del reto o el tipo y grado de apoyo aportado por el profesor. En este sentido, la MPRI se considera una variante de la Inquiry-Based Science Education.

La MRPI es un heurístico diseñado para resolver problemas verdaderos, de “lápiz y papel” y “experimentales” con enunciados abiertos (Ibañez y Martínez, 2005), en grupo, en semejanza al trabajo realizado por el científico novel dentro de los equipos de investigación, y tiene cinco fases según se representa en la Figura 1. Por otra parte, cabe resaltar que esta metodología es de gran interés, pues sus fases recogen expresamente las dimensiones de la competencia en conocimiento e interacción con el mundo físico o competencia científica.

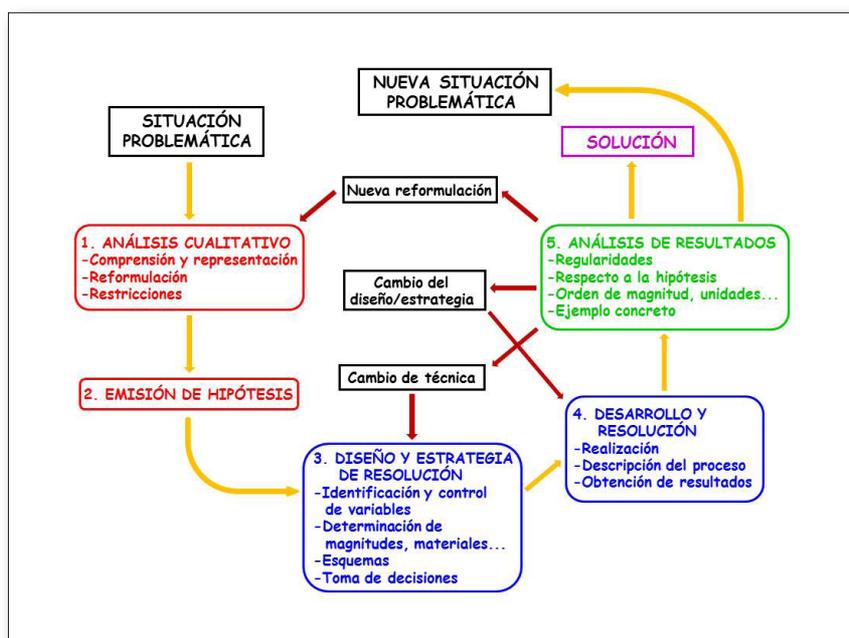


Fig. 1. Representación de las fases de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI).

METODOLOGÍA

El estudio, dentro del contexto de las investigaciones educativas cualitativas, es del tipo estudio de caso.

Muestra de estudio

Es de tipo incidental y está formada por 19 estudiantes de 4º de ESO del IES Cardenal Cisneros de Madrid que cursaron la asignatura de Ampliación de Física y Química (edad media 15,8 años).

Metodología de aula

Las situaciones problemáticas abiertas que se trabajan son:

1. “¿Qué papel absorbe más?”, para analizar el modo en que los estudiantes planifican una investigación antes de introducirse la MRPI y para ejemplificar las fases de la misma. Es un problema de escasa complejidad conceptual (al menos para 4º de ESO) y permite hacer hincapié en los aspectos metodológicos y competenciales (Martínez, 2009). El protocolo que se presenta a los estudiantes es el del Proyecto APU (1987).
2. “¿Qué detergente lava mejor?”, diseñado al efecto para la investigación, y
3. “¿Qué tejido abriga más?”, para analizar el modo en que los escolares planifican investigaciones tras haber trabajado con la MRPI y compararlo con la forma en que lo hacían previamente (para lo que se utiliza el problema 1). Se utiliza el protocolo del APU (1987).

Las tres situaciones problemáticas utilizan contextos cercanos a los escolares para promover, además de la construcción de conocimientos, una toma de decisiones más crítica y reflexiva sobre asuntos cotidianos (Fortus y otros, 2005; Caamaño, 2012).

El estudio se ha llevado a cabo en 6 sesiones de 50 minutos.

Instrumentos y técnicas de recogida y análisis de datos

Para analizar el grado de éxito en el aprendizaje de los procedimientos de la MRPI, o dimensiones de la competencia científica, se consideran las variables metodológicas correspondientes a las 3 primeras fases del modelo, ya que este trabajo se centra en la planificación de investigaciones. Estas fases son: 1) análisis cualitativo, 2) emisión de hipótesis y 3) diseño y estrategias de resolución. Como las etapas 1 y 3 abarcan un conjunto amplio de capacidades, se subdividen en:

VM1.1. *Representación cualitativa de la situación problemática*: marco teórico y conceptos implicados.

VM1.2. *Reformulación del problema abierto*, enunciada en términos operativos.

VM2. *Emisión de hipótesis*, en términos adecuados para guiar la resolución.

VM3.1. *Identificación y control de variables*.

VM3.2. *Diseño de la experimentación*: uno o más experimentos para contrastar las hipótesis, incluyendo las magnitudes a medir, materiales, toma de decisiones y representación del diseño escogido.

Además, las producciones de los escolares se evalúan por Niveles de resolución para cada una de las variables metodológicas y para cada problema que hacen referencia a dimensiones de la competencia científica y van desde el 1, para aportaciones irrelevantes, hasta el 4, para las muy satisfactorias. Por ejemplo, para el problema “¿Qué papel absorbe más?” y para la VM3.2, los niveles son: Nivel 1: *No contestan o las aportaciones no son relevantes*; Nivel 2: *Planifican una estrategia errónea (p.ej., solo consideran la masa final de los papeles tras humedecerlos)*; Nivel 3: *Diseñan una estrategia correcta, cuyo desarrollo podría conducir a la solución del problema*; y Nivel 4: *Además de lo anterior, inciden en todas las variables de control, y mencionan aspectos con los que hay que tener un especial cuidado / incluyen una representación gráfica / proponen una estrategia alternativa*.

Para tener una visión más global de lo sucedido y conocer el éxito (en términos comparativos) del alumnado en las variables metodológicas, se definen dos Indicadores de Logro (IL). El primero (IL1) se calcula normalizando la diferencia entre las frecuencias para dos categorías de respuesta, la

correspondiente a los Niveles 3 y 4 (contestaciones adecuadas) y la concerniente a los Niveles 1 y 2 (inadecuadas); IL1 recae entre -1 y $+1$. Por otra parte, el segundo indicador (IL2) corresponde al Nivel medio alcanzado por los estudiantes y está en el rango 1–4.

Además, se utilizan los diagramas cualitativos tipo Bliss para percibir de forma intuitiva la evolución individual de los estudiantes a lo largo del proceso de trabajo con la MRPI (Bliss, Monk y Ogborn, 1983; Martínez y Varela, 2009).

RESULTADOS

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se utilizan los resultados de las producciones de los escolares para el problema *¿Qué papel absorbe más?*, resuelto antes de introducir la MRPI, y se comparan con los informes del problema *¿Qué tejido abriga más?*, elaborados después de introducir la MRPI y haberse aplicado en la situación problemática 2 (ver Tabla 1).

Tabla 1.
Indicadores de Logro para las situaciones problemáticas estudiadas.

| Variable | Frecuencias de los Niveles (n=19) | | | | | | | | Indicadores de Logro | | | |
|----------|-----------------------------------|----|----|----|-----------------------------------|----|----|----|-----------------------------------|------|-----------------------------------|------|
| | 1. <i>¿Qué papel absorbe más?</i> | | | | 3. <i>¿Qué tejido abriga más?</i> | | | | 1. <i>¿Qué papel absorbe más?</i> | | 3. <i>¿Qué tejido abriga más?</i> | |
| | N1 | N2 | N3 | N4 | N1 | N2 | N3 | N4 | IL1 | IL2 | IL1 | IL2 |
| VM1.1 | 16 | 3 | 0 | 0 | 1 | 6 | 7 | 5 | -1,00 | 1,16 | +0,26 | 2,84 |
| VM1.2 | 16 | 2 | 1 | 0 | 4 | 5 | 4 | 6 | -0,89 | 1,21 | +0,05 | 2,63 |
| VM2 | 14 | 3 | 2 | 0 | 0 | 6 | 2 | 11 | -0,79 | 1,37 | +0,37 | 3,26 |
| VM3.1 | 7 | 9 | 3 | 0 | 0 | 9 | 3 | 7 | -0,68 | 1,79 | +0,05 | 2,89 |
| VM3.2 | 0 | 9 | 7 | 3 | 1 | 4 | 7 | 7 | +0,05 | 2,68 | +0,47 | 3,05 |

Al final del proceso de enseñanza-aprendizaje en todas las variables metodológicas hay más escolares en los Niveles 3 y 4 que en los inferiores. En cambio, al inicio del estudio solo en VM3.2 (diseño de la experimentación) se obtuvieron resultados de Nivel 4 (3 estudiantes). Ello estaría en consonancia con las características tradicionales de las prácticas de laboratorio.

Para apreciar la evolución individual del alumnado, en la Figura 2 se presentan los diagramas de Bliss. En el recuadro de cada elipse se indica el número de escolares con respuestas para el primer problema abierto en dicho Nivel. Las flechas indican la dirección y el número de estudiantes que transitan entre niveles durante el proceso de enseñanza estudiado. Los diagramas muestran una evolución notable de los escolares en las dimensiones competenciales estudiadas, sobre todo en la *representación cualitativa* (VM1.1) y en la *emisión de hipótesis* (VM2), capacidades inicialmente ignoradas (ver Tabla 1). Además, a pesar de que el problema 3 presenta una mayor complejidad conceptual que el primero (APU, 1987), interviniendo conceptos como la conductividad térmica o la capacidad calorífica, también se observa una evolución destacable en el propio *diseño de la experimentación* (VM3.2). Ello da cuenta de la influencia positiva del modelo propuesto, promoviendo una reflexión previa sobre las situaciones problemáticas, aspecto importante de la competencia científica.

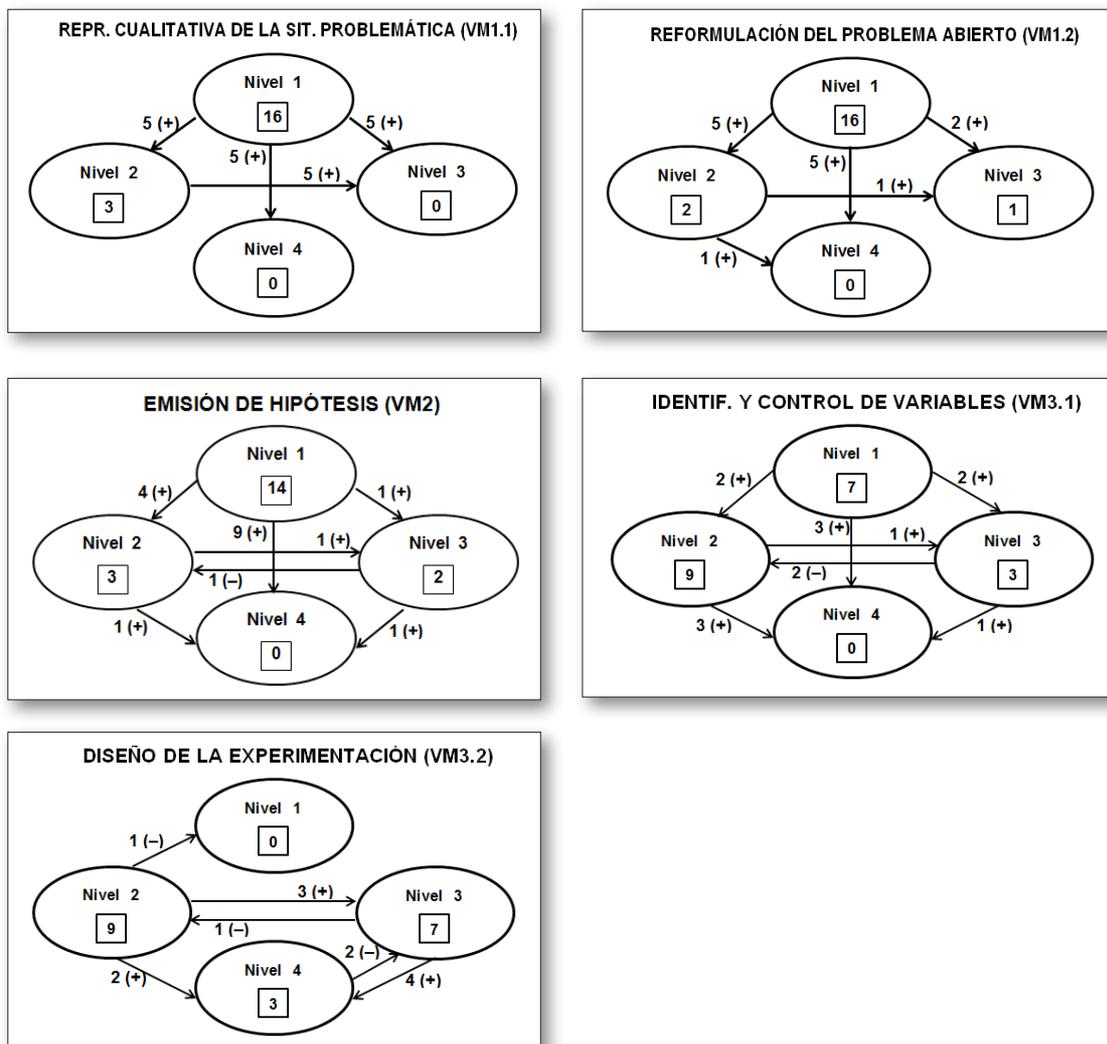


Fig. 2. Evolución de las variables metodológicas (VM) o dimensiones competenciales a lo largo del proceso estudiado. (+) indica tránsito a Niveles de corrección superiores al inicial (problema 1); (-) indica transitos a Niveles inferiores.

CONCLUSIONES

La utilización de la MRPI ha favorecido una mejoría en las dimensiones de la competencia científica presentes en la planificación de investigaciones, hacia niveles más complejos y próximos a los de los propios científicos. Antes de trabajar la MRPI, la gran mayoría de los estudiantes de 4º de ESO no abordaban etapas como el análisis cualitativo, la emisión de hipótesis o la explicitación de las variables para planificar investigaciones. En este sentido, además de evitar las omisiones de estas capacidades en las resoluciones, la MRPI influye muy positivamente en los diseños de experimentaciones de los estudiantes, poniendo de manifiesto la conveniencia de realizar un análisis cualitativo, previo a la propia resolución de la situación problemática.

Por otra parte, se ha comprobado la transferencia del aprendizaje de la MRPI a situaciones problemáticas que abordan contenidos científicos diferentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APU (Assesment of Performance Unit). (1987). *Assessing investigations at ages 13 and 15. Science report for teachers: 9*. Letchworth: Adiard & Son Ltd. The Garden City Press.
- Bliss, J., Monk, M. y Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research. A guide to use of systematic networks*. London: Croon Helm.
- Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, pp. 83-91.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R., Marx, R. y Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), pp. 855-879.
- 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), pp. 1495-1519.
- Informe Rocard. (2007). Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. European Commision.
- LOE (Ley Orgánica de Educación) (2006). En: <http://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>
- LOGSE (Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo) (1990). En: <http://www.boe.es/boe/dias/1990/10/04/pdfs/A28927-28942.pdf>
- Martínez Aznar, M^a. M. (2009). La MRPI: una metodología investigativa para el desarrollo de las competencias científicas escolares en la Educación Primaria. En Cervelló Collazo, J. (Coord.), *Educación científica "ahora": el Informe Rocard* (pp. 47-78). Madrid: Ministerio de Educación.
- Martínez Aznar, M^a. M. y Varela, M^a. P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 27(3), pp. 343-360.