

LOS PROBLEMAS EN INGENIERÍA

M.A. Selles¹; E. Perez-Bernabeu²; S. Sanchez-Caballero³; J.E. Crespo¹; F. Parres¹

¹: Instituto de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 3801 Alcoy
e-mail:
maselles@dimmm.upv.es

²: Dep. Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad
Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 3801 Alcoy
e-mail:
elenapb@eio.upv.es

³: Instituto para el Diseño y la Fabricación
Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 3801 Alcoy
e-mail:
sasanca@dimmm.upv.es

Resumen. *La resolución de problemas constituye una de las facetas educativas que cualquier alumno suele relacionar con las enseñanzas técnicas. Ese reconocimiento suele también identificarse con listas interminables de problemas suministradas por el profesor o incluidas en monografías, en las que el alumno es incapaz de hallar una mínima relación con los problemas que acontecen en su quehacer diario o en la Ciencia real. Las conductas que desencadena en el profesor y en el alumno la resolución de problemas vienen a estar impregnadas de una serie de rutinas descontextualizadas, inalteradas década tras década y que promueven el aprendizaje memorístico más que la oportunidad de indagar en la comprensión del contenido científico. En este trabajo se expone cómo mejorar el proceso de resolución de problemas, y también se exponen indicaciones de como evaluar el aprendizaje.*

Palabras clave: Resolución problemas, problemas, enseñanzas técnicas, aprendizaje, evaluación.

1. INTRODUCCIÓN

La resolución de problemas constituye una de las facetas educativas que cualquier alumno suele relacionar con las enseñanzas técnicas. Ese reconocimiento suele también identificarse con listas interminables de problemas suministradas por el profesor o incluidas en monografías, en las que el alumno es incapaz de hallar una mínima relación con los problemas que acontecen en su quehacer diario o en la Ciencia real. Las conductas que desencadena en el profesor y en el alumno la resolución de problemas vienen a estar impregnadas de una serie de rutinas descontextualizadas, inalteradas década tras década y que promueven el aprendizaje memorístico más que la oportunidad de indagar en la comprensión del contenido científico. El resultado no puede ser más frustrante: altos índices de fracaso escolar, rechazo a estas materias durante la enseñanza obligatoria o descensos preocupantes en los porcentajes de inscripción de los estudiantes universitarios en carreras científicas. Resulta evidente, pues, la necesidad de renovar en profundidad este tópico educativo.

2. RESOLVER PROBLEMAS... ¿PARA QUÉ?

Existe un consenso prácticamente unánime entre los educadores a favor de la oportunidad de que los alumnos de Ciencias resuelvan problemas o hagan trabajos prácticos en el laboratorio, pero ¿para qué?. En las clases tradicionales esa pregunta aplicada a la resolución de problemas podría tener un primer nivel de respuesta a partir de un análisis de la utilización habitual de la resolución de problemas:

- Las clases dedicadas a problemas persiguen que el alumno sepa aplicar las nociones teóricas previas y que aprenda a resolverlos, por cuanto se supone que representan un buen medio para la adquisición de determinadas habilidades consustanciales con el aprendizaje científico (p. ej., desde el cálculo matemático al aplicación de estrategias de resolución).

- La inclusión de problemas en los exámenes de las materias científicas supone su consideración como un instrumento evaluador especialmente indicado para estas disciplinas.

Si matizamos estos objetivos clásicos de acuerdo con las nuevas tendencias educativas, podríamos afirmar que la resolución de problemas podría permitir:

- Diagnosticar las ideas previas de los alumnos y ayudarles a construir sus nuevos conocimientos a partir de las mismas.

- Adquirir habilidades de distinto rango cognitivo.

- Promover actitudes positivas hacia la Ciencia y actitudes científicas.

- Acercar los ámbitos de conocimiento científico y cotidiano, capacitando para resolver situaciones problemáticas en este último.

- Evaluar el aprendizaje científico del alumno y el propio curriculum.

3. ¿CÓMO MEJORAR EL PROCESO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS?

No es fácil dar una respuesta unívoca a este interrogante, pero sí se pueden aportar algunas propuestas que salven los defectos clásicos comentados con anterioridad, lo que abordaremos en función de la variable sobre la cual se puede actuar:

Profesorado

Como último responsable de la puesta en marcha del proceso de cambio en la resolución de problemas habitual, en primer lugar el profesor debería de hacer una autocrítica seria con respecto a la práctica en su aula de esta actividad docente, planteándose las posibles alternativas que podrían ser asumidas de un modo gradual.

Además, no nos olvidemos que la resolución de problemas constituye una expresión más del modelo didáctico subyacente al comportamiento de cada profesor, y que cualquier cambio debería extenderse al resto de sus acciones, tales como las propias explicaciones, los trabajos prácticos o la evaluación.

Esta toma de conciencia debería ir acompañada igualmente de otras iniciativas, tales como la recopilación de problemas en fuentes habituales -libros de texto- o de otras externas como noticias de prensa, fenómenos cotidianos, etc. Este archivo de problemas podrá servir como punto de partida sobre el que ir articulando las modificaciones previstas, algunas de las cuales se describen seguidamente.

Naturaleza del problema

Debe hacerse uso de la diversidad de problemas comentados con anterioridad. Los problemas pueden intercalarse con las explicaciones del profesor, con el objeto de verificar leyes, cálculos matemáticos, unidades de medida, etc. Los algorítmicos deben servir para que el alumno automatice determinados procesos necesarios para la resolución de problemas más complejos (p. ej., la utilización de las reglas de Kirchhoff en los circuitos eléctricos). Asimismo, tanto los problemas cualitativos como cuantitativos deben poseer una complejidad variable que permita que los distintos solucionadores puedan acometerlos con mayor o menor grado de éxito, es decir, que los problemas se adapten a la diversidad de alumnos. Finalmente, los problemas creativos pudieran poseer un carácter voluntario.

Enunciado del problema

Este debería ser expresado con un lenguaje fácilmente comprensible para los alumnos e incluyendo las explicaciones adicionales verbales y gráficas adecuadas. Muchas de las dificultades que suelen encontrar los alumnos suelen proceder del propio enunciado, dadas las diferentes lecturas que de él hacen el profesor y los alumnos, por lo que no deben regatearse esfuerzos en la traducción del lenguaje científico al más próximo al nivel cognoscitivo del alumno. Por otra parte, deberían graduarse los datos o "pistas"

precisas para el hallazgo de la solución de un modo decreciente. Esto es, al inicio del curso los problemas contendrían los datos precisos para su resolución, pero de un modo gradual podrían irse eliminando de modo que el alumno hubiera de buscarlos por su cuenta, preguntarlos al profesor o inventarlos. De esta manera los solucionadores irían tomando conciencia de la artificiosidad que implica elaborar enunciados académicos de problemas y compararlos con los que se generan cotidianamente, donde los datos iniciales o se desconocen o sólo se conocen parcialmente. En cualquier caso los problemas deberían estar referidos a fenómenos reales y con datos verosímiles. Para ello pueden servir algunas noticias de los medios de comunicación que planteen situaciones problemáticas, a partir de las cuales se puede elaborar un enunciado estándar.

Metodología de resolución del problema

Naturalmente el éxito de la resolución de problemas depende de distintas variables que afectan, tanto al problema en sí, como al solucionador, al profesor y al contexto de la resolución. Por consiguiente, resulta difícil y arriesgado prescribir recetas mágicas para el logro de dicho éxito, aunque sí podemos enunciar algunas recomendaciones de carácter genérico:

- La resolución de problemas debe ser afrontada preferentemente de un modo individual o de pequeño grupo, resultando bastante estériles las resoluciones pasivas y colectivas o su lectura simple a través de los libros de problemas por parte del solucionador. Seguidamente deberían acometerse su puesta en común, contrastando los distintos modos de resolución, dificultades halladas, origen de las mismas, etc.
- No debe olvidarse que la mejor garantía de éxito para resolver correctamente problemas es un profundo conocimiento teórico, lo que debe implicar una resolución íntimamente conectada con el contenido científico; es decir, un ir y venir continuos entre la resolución del problema y la indagación en dicho contenido. La resolución de problemas en los distintos apartados de Física y Química debería ser enmarcada en procedimientos de carácter lo más general

posible (p. ej., dentro de la Dinámica a través de los Principios de Newton), evitando recurrir a resoluciones esencialmente específicas de cada problema, lo que puede producir entre los alumnos una reacción desalentadora al pensar que la Ciencia es incapaz de disponer de procedimientos de resolución generales.

- A pesar de la frecuente separación entre los currículos oficiales españoles de Ciencias y de Matemáticas y en la propia práctica educativa, muchas de las dificultades que los alumnos hallan en su intento de resolver los problemas tienen su origen en un insuficiente conocimiento matemático. Detectar y solventar tales dificultades debe ser responsabilidad de los profesores de Ciencias, directamente o en coordinación con los profesores de Matemáticas.
- De forma colectiva el profesor puede prescribir y ensayar con sus alumnos algunas secuencias de trabajo:

I. Información previa:

- Leer detenidamente el enunciado y anotar las dudas o posibles interpretaciones del mismo.
- Escribir los datos, las incógnitas y las condiciones previstas en los apartados del problema.
- Utilizar un sistema de unidades coherente, haciendo los cambios de unidades pertinentes.
- Preguntarse sobre las partes de la materia de Física o Química que están implicadas en la resolución.

II. Elaboración de un plan de resolución:

- Tratar de materializar la información suministrada, por ejemplo, utilizando la representación gráfica.
- Escribir los conceptos básicos que están implicados.
- Compararlo con otros problemas ya resueltos con anterioridad.
- Establecer las hipótesis precisas para la resolución.

- Reproducir las ecuaciones que deberían ser utilizadas e identificar las magnitudes presentes con los datos de que se dispone.

- En caso de conocer la resolución, acometer un problema más sencillo dejando constancia de las hipótesis introducidas para ello.

III. Resolver el problema:

- Resolver las ecuaciones.

- Resaltar la solución o soluciones del problema con sus unidades pertinentes.

IV. Revisión del proceso:

- Verificar el proceso seguido: ecuaciones, cálculos matemáticos, solución, unidades...

- Si se cree que existen otras formas alternativas de resolución, enunciarlas.

- A este respecto conviene recordar la dificultad de que el alumno modifique automáticamente sus modos de resolución "naturales", a los que se ha habituado durante la instrucción recibida en muchas de las aulas de Ciencias y Matemáticas. Por consiguiente, el profesor debería partir de esas estrategias espontáneas (normalmente identificables con la búsqueda de la "fórmula" que permita lograr el resultado "correcto") e ir las conduciendo progresivamente hacia otras más coherentes con los procedimientos de la Ciencia.
- La enseñanza de resolución de problemas creativos implica la utilización de estrategias a largo plazo y que preferentemente deberán iniciarse a una edad temprana. De cualquier forma, técnicas como el "torbellino de ideas" ("brainstorming") pueden dar buenos resultados para este tipo de problemas.

¿Cómo acometer la resolución de problemas por investigación?

Existen dos formas alternativas de conseguirlo: convirtiendo los problemas cuantitativos en actividades abiertas o problematizando la actividad de enseñanza-aprendizaje. Comentémoslas brevemente:

- En el primer caso se trata de transformar los enunciados de los ejercicios o problemas cuantitativos en problemas cualitativos que induzcan a abordar su resolución como "pequeñas investigaciones", dotando asimismo al problema de una mayor significación para el alumno. Así, por ejemplo, algunos problemas habituales de cinemática del punto móvil podrían reconvertirse en problemas cotidianos como el siguiente: " *Vamos a atravesar una calle de circulación rápida y vemos venir un coche: ¿pasamos o nos esperamos?*".
- En segundo lugar, es el propio problema el que debe guiar toda la acción didáctica, con lo que la trilogía teoría-trabajos prácticos-problemas queda diluida en el objetivo común de investigar la resolución del problema planteado. A este planteamiento responde la siguiente propuesta:

"EL AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO ES UN FACTOR ESENCIAL PARA LA CALIDAD DE UNA VIVIENDA Y PARA EL AHORRO ENERGÉTICO. ¿QUÉ FACTORES Y MATERIALES PERMITEN OPTIMIZARLO?"

En uno y en otro caso la enseñanza podría organizarse siguiendo los planteamientos del modelo didáctico por investigación al que aludimos anteriormente, aunque naturalmente exigiría un estimable grado de dedicación personal, temporal, material, ... Una propuesta viable sería el que los alumnos desarrollaran la investigación de problemas abiertos durante el transcurso del año académico, de un modo paralelo a las clases habituales y estableciendo un proceso tutorial del profesor para su seguimiento.

4. ¿CÓMO EVALUAR EL APRENDIZAJE MEDIANTE LA RESOLUCION DE PROBLEMAS?

Para finalizar quisieramos referirnos al papel de la resolución de problemas en la evaluación del aprendizaje. En este sentido no debe resultar una excepción este elemento didáctico dentro de los nuevos aires que también soplan para la evaluación y que la han enriquecido de modo notable, haciéndola pasar desde un instrumento

coercitivo a un potente impulsor del aprendizaje. Vamos a ir proponiendo distintas formas de utilizar la resolución de problemas en el contexto de los diferentes modos de evaluación.

Evaluación inicial

Los problemas se conciben aquí como un medio de diagnóstico de los conocimientos y habilidades previas de los alumnos, para lo cual serían útiles los problemas cualitativos centrados en situaciones cotidianas o significativas para los alumnos.

Evaluación formativa

Los problemas son considerados como instrumento de aprendizaje durante el proceso de instrucción, en cuyo caso sería deseable utilizar problemas de distinta naturaleza con el fin de satisfacer distintos objetivos instructivos: problemas cualitativos/cuantitativos, cerrados/abiertos. A este respecto, el profesor debería valorar la participación de los alumnos en la resolución de problemas durante el desarrollo del curso (problemas resueltos en clase o en casa), tanto a nivel individual como grupal.

Evaluación sumativa

Los problemas se entienden como controles del aprendizaje. Evidentemente su número debe ser limitado dado el escaso tiempo de que se suele disponer para las pruebas, por ello los problemas han de ser cuidadosamente seleccionados en cuanto a ciertas condiciones, tales como la claridad del enunciado, la renuncia a problemas-tipo, la valoración preferente del proceso de resolución sobre la obtención de una solución correcta o la relajación del ambiente de examen. Asimismo se hará especial hincapié en la discusión y revisión posterior de los problemas solucionados por parte de los alumnos. Tampoco debería descartarse el permitir resolver determinados problemas haciendo un uso libre de material de consulta.

Evaluación criterial

A fin de poder integrar este nuevo enfoque evaluador se deben establecer previamente a la realización de las pruebas establecidas los "criterios de calidad" de las respuestas previstas, de acuerdo especialmente con los objetivos instructivos que se planteen (expresión correcta de las unidades, representación gráfica de los fenómenos, elaboración de hipótesis, etc.). Tales criterios deberían ser conocidos anticipadamente por los alumnos y, en caso de ser posible, consensuados con ellos.

Evaluación del curriculum

La resolución de problemas debiera servir igualmente al profesor para contrastar de un modo permanente el éxito de su programación curricular, mediante la observación de las dificultades que hallan los alumnos en dicha resolución. Las consecuencias debieran repercutir sobre las distintas actuaciones didácticas, tales como los tipos de problemas utilizados, la organización de la clase y las estrategias de resolución puestas en juego, las explicaciones de la teoría o el propio sistema de evaluación.