



# Perspectivas sobre tipos y resolución de problemas

M<sup>a</sup> Mercedes Martínez Aznar (\*)

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales.

E.U. Formación del Profesorado de E.G.B. "María Díaz Jiménez".

## RESUMEN

En este trabajo se introducen aspectos más amplios de lo que se denomina metodología o enfoque de resolución de problemas. Este método constituye una de las principales alternativas dirigidas a que el alumno desarrolle, entre otras, una actividad semejante al trabajo que realizan los hombres de ciencias y potencie su iniciativa y autonomía a la hora de diseñar experiencias, métodos y procedimientos de trabajo. Se hace una clasificación de los distintos tipos de problemas; se analizan algunas de sus ventajas y desventajas metodológicas y se aportan pautas a considerar a la hora de utilizar estas actividades en el aula.

## PALABRAS CLAVE

Problemas, resolución de problemas, "open-ended".

## Fundamentos

Aunque no sea el propósito de este trabajo analizar cómo y qué se ha enseñado sobre "ciencia" en el pasado, cómo y que se enseña en el presente y qué tendencias despuntan para el futuro; sí merece la pena constatar cómo en nuestros días existe una marcada tendencia en los niveles básicos de enseñanza a destacar los aspectos "procesuales" de las ciencias aunque orientados en lo que se puede llamar "la educación ciudadana", "ciencia y sociedad", "ciencia, técnica y sociedad"...

Dentro de este contexto y durante los últimos veinte años, se ha reconocido como una función de la enseñanza de las ciencias, la formación de los alumnos para que sean capaces de resolver "problemas", así como la enseñanza de las habilidades y/o actitudes necesarias para ello.

---

(\*) E.U. Formación del Profesorado de E.G.B. "María Díaz Jiménez".  
Avda. Filipinas, 3.  
28003-Madrid.



Así pues, la resolución de problemas resulta adecuada para presentar la actividad científica desde una perspectiva más completa y objetiva.

Los términos de "problema" y de "resolución de problemas", aunque ya antiguos y "conocidos" por todos, no suelen contemplarse en todas sus vertientes y con todas sus posibilidades. Así, es necesario recalcar, que dichos términos pueden resultar ambiguos y confusos, pues existen distintos aspectos que están y han sido desarrollados por distintos investigadores y/o en las distintas áreas o campos de trabajo [1-6]. Estos aspectos, junto con el desarrollo en los últimos 15 años de la psicología cognitiva hacen del enfoque de la resolución de problemas una de las líneas con más campo dentro de la investigación educativa. Sólo indicar cómo en Europa (Bélgica, Francia, Holanda, Italia, España y U.K.), en la última década se ha puesto de manifiesto un activo y profundo interés en este tipo de investigación.

## Desarrollo

### A) Terminología

En primer lugar debemos indicar qué es lo que entendemos por problemas, resolución de problemas y tipos de problemas.

El término resolución de problemas ('problem-solving') procede del campo de las matemáticas y fue introducido por Polya. Posteriormente se ha extendido como un término universal aplicable a todas las áreas de conocimiento y usual entre los diseñadores y elaboradores de currículos.

Para nosotros un "problema" es toda aquella actividad que presenta un obstáculo, una dificultad a la hora de ser resuelto. La "resolución de problemas" es un método tanto de pensamiento como de aprendizaje en sentido general y no exclusivamente en la enseñanza de las ciencias.

En cuanto a los distintos tipos de problemas que pueden surgir o plantearse no existe una clasificación clara y contundente como se implicaría de lo anteriormente indicado. Después de un meticuloso análisis bibliográfico y de acuerdo con la información recogida vamos a establecer la siguiente clasificación sobre problemas en general:

- taxonomía matemática
- taxonomía contextual
- taxonomía procesual

En la taxonomía matemática los problemas son definidos en relación al número de posibles soluciones y/o métodos utilizados para su resolución. Así se consideran los problemas abiertos y cerrados ('open' y 'closed'), puzzles y problemas, bien y mal definidos ('well defined' e 'ill defined'), 'generic' y 'harder'.

En la taxonomía contextual los problemas se definen según el medio en el cual tiene lugar la experiencia de aprendizaje, así surgen los 'world context' o 'every day problems' y los 'science context', o los 'problem testing' y los 'problem learning'. En esta categoría se pueden incluir los denominados 'open-ended', 'egg-race' y 'curriculum-dedicated'.

Por último en la taxonomía procesual, se incluyen aquellos que consideran los problemas en relación con el proceso utilizado para su resolución. En estos casos, problema y resolución de problemas prácticamente aparecen como sinónimos.



Como puede deducirse de lo anteriormente indicado aunque la resolución de problemas es una actividad familiar para todos, no resulta tan conocido cómo se lleva a cabo la actividad mental de resolver problemas, aspecto de primordial interés para el proceso de enseñanza-aprendizaje de cualquier disciplina y en particular de las ciencias.

Enlazando las ideas anteriores con la práctica educativa diaria y real, se puede establecer una clasificación más próxima a nuestra realidad cultural y educativa, y por lo tanto más entendible.

De acuerdo con las actividades básicas de la enseñanza de las ciencias podemos diferenciar entre prácticas y teóricas. Dentro de las primeras se encuentran las exploraciones y las investigaciones y entre las segundas los ejercicios y los tradicionalmente llamados problemas.

Cuando se presenta una cuestión y el alumno o persona que va a resolverla conoce lo que tiene que hacer para encontrar una solución/es o una explicación, nos encontramos ante una exploración (experiencia, práctica) o un ejercicio. Cuando por el contrario el alumno precisa idear, diseñar procedimientos o métodos de trabajo para dar respuesta a la pregunta, nos encontramos ante una investigación o problema. Es necesario indicar que una misma pregunta puede ser un ejercicio o un problema dependiendo del alumno en particular y de los términos en que se formule. Los requisitos cognitivos e intelectuales necesarios para desarrollar investigaciones y/o problemas son de rango superior a los correspondientes a las exploraciones y/o ejercicios.

Enlazando con la idea de considerar una ciencia más objetiva y próxima a la realidad sin rivalizar entre los aspectos procesual y factual de la misma y dentro del contexto de la metodología de resolución de problemas podemos reestructurar lo anteriormente indicado de acuerdo con la siguiente clasificación:

Actividades* tipo		Asimilables a
Ejercicios-exploraciones	<>	Puzzles o closed
Ejercicios-investigaciones	<>	Open
Problemas-exploraciones	<>	Open
Problemas-investigaciones	<>	Open-ended

\* El empleo del término actividad se introduce para evitar que el término problema se vea restringido en su contenido.

Las actividades del primer tipo encajarían con las denominadas 'puzzles' o 'closed' de la bibliografía aunque enfatizando tanto los aspectos teóricos como los prácticos.

Las actividades de tipo 'open-ended' son problemas sobre los cuales, en un primer momento, el alumno puede no tener ninguna idea o impresión, que pueden tener o no soluciones al menos en el entorno donde se resuelve el problema, que durante la búsqueda de respuesta o solución el alumno requiere desarrollar una variada y amplia actividad práctica o teórica con diversas oportunidades o alternativas, dependiendo de su madurez y nivel de conocimiento, experiencia, habilidad, adaptabilidad y de la intención manifestada por el profesor.



Entre estos dos tipos de actividades se pueden encontrar los problemas denominados 'open' que hacen hincapié en diferentes aspectos y que pueden determinar las actividades segunda y tercera. La diferenciación en estos tipos sólo puede realizarse en el contexto de la clase y depende de los conocimientos previos de los alumnos, de sus aptitudes así como de la intervención del profesor en cada caso.

La clasificación antes mencionada puede resultar útil para la identificación de actividades y para su diseño. La jerarquía indicada muestra el camino hacia lo que podríamos llamar investigaciones genuinas que requieren un alto nivel de madurez y un amplio entrenamiento por parte del alumno.

### *B) Ventajas e inconvenientes educativos de la resolución de problemas en ciencias*

La justificación de la utilización de la resolución de problemas en la escuela podría venir dada por cuatro tipos de argumentos: el educativo, el científico, el ideológico y el vocacional.

Entre los argumentos educativos se puede alegar que la resolución de problemas constituye un procedimiento activo de aprendizaje, donde el alumno es el verdadero protagonista. Por otra parte puede resultar altamente motivador y constituir un aprendizaje relevante para los alumnos. También puede resultar adecuado para la adquisición correcta de conocimientos y para modificar las posibles concepciones erróneas sobre el mundo que nos rodea.

Entre los argumentos científicos podemos considerar que el desarrollo de los conceptos y teorías científicas pueden ser vistos como soluciones a problemas. El alumno tendrá la ocasión de trabajar imitando a los científicos y aprender actitudes como la perseverancia, originalidad, entusiasmo, etc. Por otra parte no sólo permite introducir relaciones entre las distintas ramas de la ciencia y las otras áreas de conocimiento, sino que puede abarcar gran variedad de actividades: prácticas, teóricas, bibliográficas, históricas..., y hacer uso de distintos recursos y materiales.

Entre los argumentos ideológicos está latente la función social y de cambio de la escuela. Así, se pretende que la práctica en resolver problemas pueda traspasar los límites del colegio y aplicarse a situaciones reales de la vida diaria.

Entre los argumentos vocacionales puede entenderse que una buena enseñanza-aprendizaje de las ciencias proporcionará un tipo de profesional idóneo para las áreas científica y técnica de acuerdo con las necesidades sociales y económicas.

Para el profesional de la enseñanza, esta metodología puede igualmente proporcionarle un mejor entendimiento de sus alumnos, del curriculum y del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los argumentos anteriormente expuestos no pueden hacernos olvidar las posibles dificultades que pueden surgir cuando este "problema" es analizado cuidadosamente. Los inconvenientes durante el desarrollo de la resolución de problemas pueden asimilarse tanto al papel del profesor como al del alumno.

Para los alumnos resolver un problema es, ante todo, un obstáculo. Esto significa que en un primer momento puede resultar entretenido, pero cuando aparece lo desconocido y se necesita pensar sobre ello, la actividad puede transformarse en aburrida. Estos aspectos son inherentes al problema y el profesor no puede eliminarlos.



Los profesores deben proporcionar a los alumnos las herramientas y las guías para seguir adelante ayudando a los alumnos a progresar en la adquisición de conocimientos y entendimientos y en el logro de diferentes habilidades. Este es el momento en el cual el profesor tiene que analizar el origen de estas dificultades, errores o confusiones y, si fuera necesario, generar nuevas alternativas de trabajo. Por otra parte, esto podría indicar la inadecuación de la actividad. La adecuación puede verse en relación a dos aspectos: 1) la posibilidad de ser desarrollada por un determinado grupo de alumnos, y 2) la experiencia y los conocimientos y habilidades disponibles por los alumnos.

Así, deben considerarse aspectos cognitivos, epistemológicos y de comportamiento por parte de los alumnos. Otro aspecto a considerar es el relativo al criterio de elección de método de trabajo por parte de los alumnos. Generalmente el alumno trata de elegir el más fácil o el más familiar, así como los aspectos que mejor conoce. Esto mismo puede ser aplicado a la selección de fuentes y materiales; el profesor debe aportar una amplia variedad para proporcionar más oportunidades de aprendizaje.

Para los profesores el factor tiempo es muy importante. La variedad y extensión de los requisitos curriculares hace necesario una organización previa de las actividades (diseño y elaboración de las mismas). También el profesor deberá prever la adaptación, si llega el caso, de la misma actividad para alumnos de diferentes características y habilidades. Evidentemente el número de alumnos en la clase es un elemento que puede afectar a todo ello.

En cuanto al examen y evaluación de los alumnos la elección de criterios puede resultar complicada. La evaluación y el feed-back de la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje deben considerarse en la metodología de la resolución de problemas.

### *C) Preparación y diseño de problemas*

Siguiendo con nuestro propósito, a continuación se indican tres dominios generales, que pueden facilitar la elaboración y producción de actividades a desarrollar en el aula. Estos dominios son el contextual, el conceptual y el procesual.

El dominio contextual depende del medio educativo y puede ser modificado en función del tipo de alumnos y de las intenciones del profesor.

El dominio conceptual representa las posibles oportunidades a desarrollar por y en el alumno, considerando actividades más mentales y pasivas.

En el dominio procesual se describen los aspectos más prácticos y activos.

Estos aspectos pueden determinar el tipo de actividad y algunos componentes de la dificultad de los mismos.

En el dominio contextual se deberá considerar la familiaridad o no del alumno con el tema de trabajo, el carácter concreto o no de la actividad y el tipo de lenguaje utilizado. Igualmente debe considerarse el carácter tecnológico, de ciencia pura o aplicada, el área en el que se introduce (Biología, Física o Química) y el tipo de currículo utilizado (integrado, coordinado, científico). De la misma manera hay que tener presente la organización de los alumnos y las características prácticas y/o teóricas del problema.

Dentro del contexto conceptual tendremos que considerar, el tipo de conocimiento (leyes, teorías, hechos básicos, relaciones, etc.), el tipo de variables que intervienen y el carácter cualitativo o cuantitativo. También hay que incluir aspectos relativos al método de trabajo (dado, elegido, decidido) así como su carácter (práctico, teórico, compartido).



En el dominio procesual se indicará la observación, la formulación de hipótesis, la medición, el control de variables, el uso de técnicas y aparatos, el manejo de fuentes secundarias de información, la revisión y redefinición de las ideas originales, la clasificación y recogida de datos, los cálculos, la conclusión e interpretación de datos, la elaboración de modelos y la comunicación de resultados y conclusiones.

Todos y cada uno de estos aspectos, que presentan, a su vez, distintos matices y grados, proporcionan una amplia variedad de características a desarrollar y potenciar en los alumnos y que, evidentemente, no pueden presentarse simultáneamente en la misma actividad, pero que deben tenerse en cuenta para incluirlos en algún momento a lo largo del currículo escolar, de acuerdo con las exigencias del mismo.

## Conclusiones

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre la utilización y utilidad con fines educativos de los problemas, principalmente de los denominados 'open' y 'open-ended'.

La preparación de actividades por parte del profesor, su presentación en el aula, el estudio de la actividad del alumno para resolver problemas, el feed-back y el examen y evaluación del trabajo desarrollado por el alumno y el profesor constituyen aspectos incluidos en nuestro plan de trabajo que se constatarán en un futuro próximo.

## REFERENCIAS

- MAYER, R. E. (1987). *Thinking and Problem-Solving. An Introduction to Human Cognition and Learning*. Scott, Foresman, Co., Glenview, Illinois.
- GAGNE, R. M. (1986). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*. 4ª ed., Holt-Saunders International Editions.
- ROWLANDS, D. (1987). *Problem-Solving in Science and Technology*, Hutchinson.
- BARNARD, J. D.; STENDLER, C.; SPOCK, B. y BEELER, N. F. (1960). *Science: A way to solve problems*, The MacMillan Co., New York.
- SCIENCE IN PROCESS (1987). Heineman Educational Books.
- SELVARATNAM, M. y FRAZER, M. J. (1982). *Problem-Solving in Chemistry*, Heineman Educational Books.
- NEWELL, A. y SIMONS, H. (1972). *Human Problem-Solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- SLOOTMACKERS, P. J.; BRANDT, L.; FIERNS, H. y OPDENACKER, C. (1982). *Eur. J. Sci. Educ.*, nº 4, 471-474.
- CLOSSET, J. L.; FAUCONNET, S.; SALTIEL, E. y VIENNOT, L. (1982). *Eur. J. Sci. Educ.*, nº 4, 111-114.
- KRAMERS-PALS, H. y PILOT, A. (1988). *Int. J. Sci. Educ.*, 10(5), 511-521.
- VIOLINO, P. (1982). *Eur. J. Sci. Educ.*, nº 4, 115-118.
- GIL PEREZ, D. y MARTINEZ TORREGROSA, J. (1983). *Eur. J. Sci. Educ.*, nº 5, 447-457.
- GARRETT, R. M. (1987). *Int. J. Sci. Educ.*, 9(2), 125-137.
- POLYA, G. (1945). *How to solve it. A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press, Princeton, N.J.



- SCIENCE IN THE NATIONAL CURRICULUM (1989). DES (Department of Education and Science and the Welsh Office).
- NUFFIELD SCIENCE 11 TO 13 (1986). Longman Group U.K. Limited.
- NUFFIELD CO-ORDINATED SCIENCES (1988). Longman Group U.K. Limited.
- KAHNEY, H. (1986). *Problem-Solving: A Cognitive Approach*, Open Guides to Psychology, Open University Press.
- MIDDLECAMP, C. y KEAN, E. (1987). *J. Chem. Educ.* 64(6), 516-517.
- HEANEY, J. y WATTS, M. (1988). *Problem-Solving: Ideas and Approaches from the Secondary Science Curriculum Review*, Longman for the School Curriculum Development Committee.
- ASSESSMENT OF PERFORMANCE UNIT (1984). *Science in School*. Age 13: Report n° 2, DES, London HMSO.
- KEMPA, R. F. (1986). *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 99-110.