

Resolución de problemas

Francisco Luis Alda y
M^a Dolores Hernández*

John Dewey, Educación Secundaria Obligatoria, organización en el aula, profesorado, práctica pedagógica, resolución de problemas, teoría logística, teoría de la Gestalt, J.P. Guilford

El artículo presenta una estrategia metodológica para trabajar la resolución de problemas en el aula. Esta actividad se aborda desde el punto de vista científico y se plantea como un proceso cíclico, en que los resultados finales no son más que la situación de partida de nuevos problemas. También ofrece algunas pautas sobre la organización del aula o el papel del profesor en esta estrategia.

La resolución de problemas se ha instalado, en la actividad didáctica contemporánea, como un importante soporte metodológico del proceso de enseñanza-aprendizaje. Al plantear la resolución de problemas como modelo de enseñanza-aprendizaje surge una duda: ¿Están nuestros alumnos (de 2º ciclo de ESO) preparados para dicha metodología? ¿Son suficientes sus conocimientos procedimentales para enfrentarse a un problema?

■ Los problemas

Se ha definido problema como «una situación estimulante para la cual el individuo no tiene respuesta, es decir, el problema surge cuando el individuo no puede responder inmediata y eficazmente a la situación» (Woods y otros, 1985). Esta definición da lugar a la distinción entre dos tipos básicos de situaciones no resueltas: según Garrett (1986), los problemas serían «situaciones donde el paradigma existente no puede aplicarse o incluso puede no existir solución», y «aquellas situaciones donde se conoce o asume que puede resolverse con un paradigma dado recibirían el nombre de puzzles». Hemos denominado problemas reproductivos a los que pueden ser computables en sentido estricto, es decir, a los que pueden resolverse mediante la aplicación directa de un algoritmo o proceso de resolución preestablecido (puzzles), y problemas creativos a los que requieren la cons-

trucción original, por parte de quien los resuelve, de la solución, y del propio proceso de resolución, y que conllevan la toma de decisiones, tanto en el proceso como en la elección de la solución.

Según el concepto de problema, su resolución supone el descubrimiento por parte de quien se enfrenta a él, la construcción de nuevos elementos de su conocimiento, en suma, la creatividad y la autonomía en la toma de decisiones. Se puede recordar lo que dice Poyla (1975): «Un gran descubrimiento resuelve un gran problema, pero en la resolución de todo problema hay un cierto descubrimiento».

Distintas corrientes teóricas tratan de explicar los mecanismos mentales de la resolución de problemas; para los asociacionistas la posibilidad de resolver problemas está relacionada con la riqueza de la red de asociaciones que posee el individuo, de tal manera que la idea se considera como una prolongación de la percepción propia, una copia de la realidad, y la solución es el producto de ensayos y errores sobre representaciones ya constituidas.

La teoría logística parte del principio de que pensar es buscar la verdad, saber si una proposición es justa o falsa. De esta manera, todo pensamiento productivo depende del modo en que cada individuo maneja las leyes y los principios de la lógica.

La teoría de la Gestalt, por últi-

mo, rechaza ambas hipótesis y hace hincapié sobre todo en el rol que cumplen, en los factores superiores del pensamiento, factores de reestructuración que no se habían tenido en cuenta hasta los trabajos de Wertheimer (1954). En *Productive Thinking*, Wertheimer afirma que la verdadera naturaleza de las operaciones de agrupamiento, de centrar y reorganizar adecuadamente una situación, ha estado supeditada al excesivo papel que se ha dado a las operaciones ligadas a aproximaciones tópicas. Postula un cambio de estructura para perfeccionar situaciones. Todos los procesos que van desde la definición de un problema hasta la resolución del mismo suponen una «perturbación estructural» que desaparece con la solución que da lugar a una nueva y más perfeccionada estructura.

Guilford, en su obra *The Nature of Human Intelligence* (1967), establece un paralelismo entre las etapas de la capacidad para resolver un problema («problem solving») y las del pensamiento creativo (véase *Cuadro 1*). Cabría hablar de dos tipos de problemas, los que requieren sobre todo operaciones lógicas y los que precisan actividades representativas en mayor grado. Coincide con la distinción hecha por Piaget e Inhelder (1959) sobre dos polos —no excluyentes— de conocimiento: el operativo o lógico y el representativo o infralógico. Guilford propone la división en problemas basada en la disociación entre pensamiento conver-

gente y pensamiento divergente. El pensamiento divergente permite resolver tareas para las que hay soluciones múltiples. La producción convergente se sitúa en el dominio de las deducciones lógicas.

El pensamiento convergente estaría producido por la activación de procesos mentales concretos, independientes, mientras que el pensamiento divergente sería la manifestación de la interconexión de esos procesos. Los problemas reproductivos se resuelven mediante pensamiento convergente, manifestado en procesos mentales aislados, mientras que los problemas creativos necesitan el pensamiento divergente, es decir, la sistematización de esos procesos mentales.

El aprendizaje de los procesos de resolución de problemas supone una sistematización tanto de los conocimientos adquiridos como de los propios procesos del pensamiento, que antes estaban aislados entre sí, lo que favorece el pensamiento divergente y, por tanto, retroalimenta el proceso de aprendizaje. Quien es capaz de resolver problemas está en condiciones de mejorar su capacidad de pensamiento.

La utilización de los procesos de resolución de problemas en la práctica didáctica tropieza con tres dificultades de distinto grado:

- ¿Conocen los alumnos las técnicas básicas de trabajo?
- ¿Son capaces de elegir la técnica apropiada para cada caso?
- ¿Son capaces de integrar dis-

tintas técnicas en un proceso de resolución complejo?

Aproximación metodológica

La resolución de problemas es una actividad científica y, como tal, su metodología responde, al menos a grandes rasgos, al método científico, con las particularidades del trabajo en el aula. Globalmente, se trata de un proceso básicamente cíclico, en el que los resultados finales no son más que la situación de partida de nuevos problemas (véase *Cuadro 2*). A lo largo de este proceso siempre se sigue una serie de pasos más o menos estandarizados:

— Aproximación a la situación determinada en el problema. Identificación y delimitación del mismo.

— Desarrollo y elección de una estrategia de resolución. Puesta en práctica.

— Validación de los resultados obtenidos. Respuesta. Conclusiones y extensión.

Todas estas fases pueden requerir, en algún momento, una revisión, es decir, una vuelta a etapas previas del mismo proceso. El problema se resuelve mediante ensayo de las distintas tácticas, y el fracaso en la prueba realizada indica la necesidad de replantear los pasos seguidos hasta ese momento.

Primera fase: asimilación del enunciado

El objetivo final de esta etapa es delimitar perfectamente el problema,

Cuadro 1

Pensamiento crítico y capacidad para resolver problemas		
Dewey	Wallas	Rossmann
Dificultad experimentada		Necesidad o dificultad observada
Dificultad definida y localizada		Formulación del problema
	Preparación: información recogida	Búsqueda de información útil
	Incubación a partir del trabajo inconsciente	
Sugestión de posibles soluciones	Iluminación: aparición de las soluciones	Planteamiento de las soluciones
Consideración de las consecuencias	Soluciones elaboradas y probadas	Soluciones elaboradas críticamente
Soluciones aceptadas		Formulación de nuevas ideas
		Nuevas ideas aprobadas y aceptadas

Fuente: Guilford, J.P. (1967)

garantizando el conocimiento correcto de los elementos del problema, la identificación de la información facilitada por el mismo y la delimitación de las necesidades de información. Al final, se han de poder enumerar los objetivos operativos del problema y las cuestiones afines a ellos.

Se trata de estudiar el problema de modo analítico y sintético, hasta conseguir una nueva formulación del mismo. Los objetivos generales expuestos se concretan en los siguientes objetivos operativos:

- Descubrir el contexto del problema.
- Determinar la información conocida.
- Relacionar los datos con los conocimientos previos.
- Encontrar la relación de los datos con las incógnitas.
- Establecer las necesidades de información.
- Diseñar la búsqueda de información.

Estos objetivos se trabajan en el aula mediante los siguientes procedimientos:

- Lectura comprensiva y reformulación.
- Lectura de rastreo.
- Mapa conceptual.
- Organización y esquematización. Codificación.
- Cuestionario: conversión del enunciado en preguntas.
- Búsqueda de estrategias.

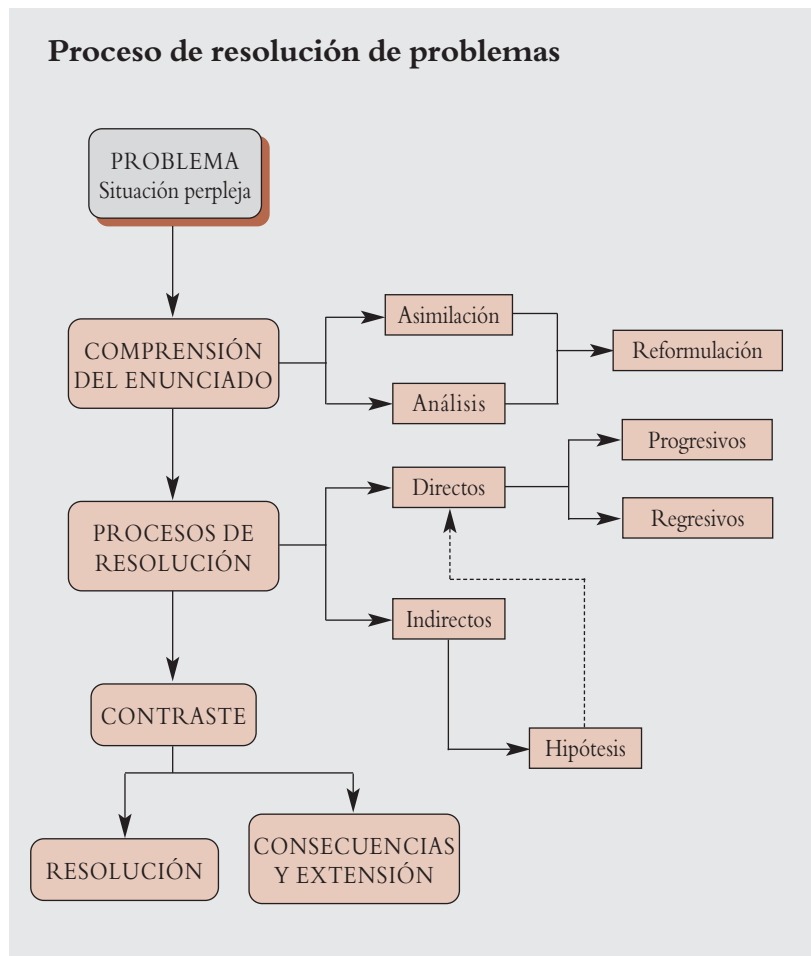
El resultado final debe ser un problema formulado de modo *significativo*, ubicado en un contexto conocido, con una identificación precisa del objetivo final. Este enunciado debe descomponerse en preguntas parciales y esquematizarse adecuadamente, de modo que se aprecien las relaciones entre variables conocidas y no conocidas, y resumirse finalmente en una formulación codificada en el lenguaje apropiado.

Segunda fase: procesos de resolución

Creemos que pueden distinguirse, en este momento, dos tipos de problemas: los que pueden resolverse directamente y los que necesitan un método indirecto (emisión de hipótesis).

La emisión de hipótesis es el auténtico

Cuadro 2



momento creativo en el proceso de resolución de problemas, por lo que difícilmente se puede sistematizar. Algunos autores hablan en este momento de la «idea feliz», que es una forma de expresar que las hipótesis simplemente surgen. La hipótesis representa el momento del pensamiento divergente, cuando los procesos mentales que actúan separadamente en nuestra mente establecen conexiones entre sí que antes no quedaban explícitas.

Un modo de favorecer la emisión de hipótesis es plantearlas como posibles respuestas a las preguntas parciales en las que se ha dividido el enunciado del problema. En este momento, no se trata de comprobar de modo riguroso la veracidad de esas posibles respuestas, sino sólo de formularlas y de desechar aquellas que sean evidentemente absurdas. Podríamos hablar de una visión *evolutiva* de la resolución de problemas:

el problema forma parte del entorno y nosotros, con nuestra dotación de conocimientos (similar a nuestra dotación genética en el paralelismo), sólo podemos reorganizar aquello que ya tenemos, para dar una serie de respuestas posibles. Tales respuestas *competirán* a lo largo del proceso de resolución, hasta que *sobreviva* la mejor adaptada al nuevo entorno, es decir, al problema.

Presentamos una secuencia estructurada de procesos de resolución, ordenados de acuerdo con el grado de dificultad del procedimiento (véase *Cuadro 3*). Evidentemente, las estructuras y los procesos mentales son totalmente individuales, por lo que la dificultad es algo muy subjetivo. Se trata, simplemente, de una propuesta de organización. Esencialmente, los procesos de resolución consistirían en lo siguiente:

- Marcha atrás. Se parte de la so-

lución supuesta, que se considera cierta, y se busca una regularidad que permita llegar hasta el enunciado del problema.

— Reducción al absurdo. Si no es posible el trabajo marcha atrás porque la comprobación resulta compleja, se considera válida la solución contraria a la planteada y se resuelve el problema como si dicha solución fuera cierta. El problema queda resuelto cuando se alcanza un resultado absurdo por contradictorio.

— Modelización. Los modelos son representaciones simplificadas de la realidad. En la resolución de problemas interesa considerar dos tipos: modelos analógicos, donde se busca una situación similar al problema que no guarde relación con el propio enunciado, y modelos simplificados, donde se usa como modelo el propio problema, después de prescindir de algunos de sus componentes. Los resultados obtenidos en la modelización deben ser trasladados siempre al problema, porque el modelo *no es* el problema, sino algo similar a él.

— Estudio de casos particulares. En cierto sentido, se trata de un caso extremo de modelización, porque consiste en centrar el estudio en situaciones únicas desde algún punto de vista, como los casos extremos, situaciones excepcionales o contraejemplos.

— Manipulación de las condiciones del problema, es decir, experimentación. El manejo real de la situación-problema supone el máximo grado de dificultad, porque requiere una formulación de hipótesis muy precisa y una gran capacidad de anticipación de las consecuencias. Al mismo tiempo, se presentan todos los problemas relacionados con el diseño experimental, fundamentalmente el control de los factores externos que pueden intervenir y que pueden provocar errores experimentales.

Los diferentes procedimientos descritos son distintas tácticas de resolución que se integran en una estrategia más amplia: el ensayo-error. Cualquier fracaso en el ensayo de una de estas tácticas debe suponer un nuevo punto de partida para una prueba posterior, en la que un nuevo dato muy importante que se

Cuadro 3

Estrategias y tácticas operativas

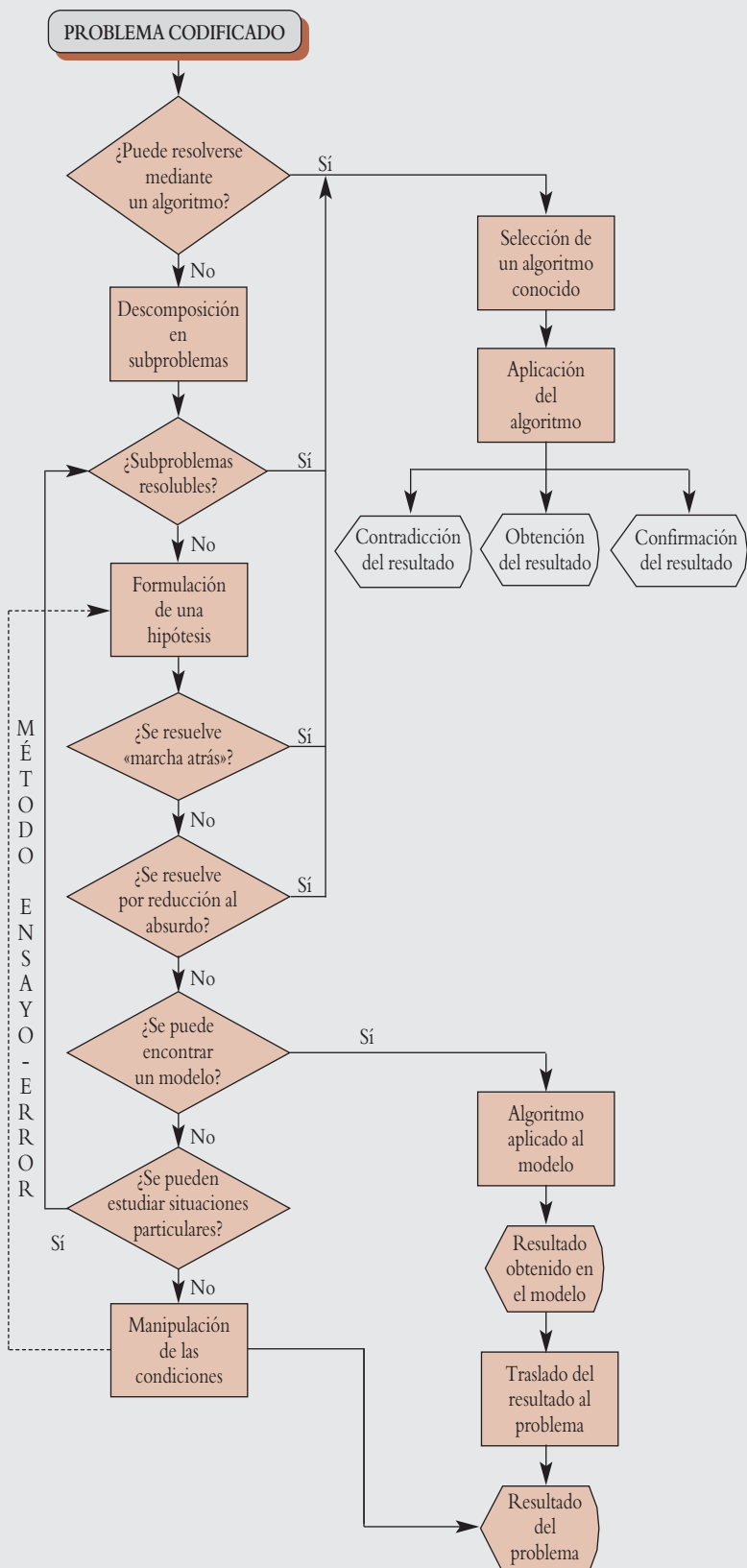


Diagrama de flujo de acuerdo al grado de dificultad

aporta al proceso es la experiencia acumulada en los errores anteriores (constructivismo acumulativo).

Tercera fase: contraste y validación de soluciones

Si se concibe el proceso de resolución de problemas como una estrategia metodológica para el aprendizaje por descubrimiento, habrá que tener en cuenta que «el acto de descubrimiento encuentra su centro lógico en la comprobación de conjeturas» (Barrón Ruiz, 1993). Se podría entender que, tras la formulación de hipótesis, las estrategias de resolución constituyen el proceso de contraste pero, en cualquier caso, resulta de gran interés una segunda comprobación de la idoneidad de la solución. El contraste de la solución debería incluir dos procesos: por una parte, el análisis de la congruencia de la solución, y por otra, el de su validez.

La congruencia incluye, a su vez, varios aspectos. Contempla la adecuación de la solución al contexto problemático, manifestada en la lógica de la solución en relación con los interrogantes planteados y en la coherencia de la solución con los datos presentados. Y además, tiene en cuenta la lógica intrínseca de la propia solución.

En cuanto a la validación de la solución, debería analizarse a través de una nueva resolución del problema utilizando un método alternativo. En este sentido, teniendo en cuenta la idea de Popper generalmente aceptada según la cual la verdad científica no puede ser totalmente verificada, pero sí falseada, resultaría aconsejable recurrir en este momento a la reducción al absurdo.

Organización del aula y papel del profesor

Algunos tipos de problemas, en especial los que recogen situaciones más abiertas y por tanto permiten soluciones más creativas, se prestan particularmente bien al trabajo en grupo. En estos casos, puede ser deseable un agrupamiento flexible de los alumnos, que tenga como unidad básica un grupo reducido de aproximadamente seis componentes. En función del momento del proceso en que nos hallemos, este

grupo puede subdividirse o reunirse para un debate abierto en el que participe toda la clase.

La emisión de hipótesis no debe limitarse a una lluvia de ideas, que se caracteriza por la falta de discusión sobre las ideas emitidas, sino que las propuestas deberían ser sometidas a una reflexión crítica por toda la clase, con el fin de eliminar las que resulten visiblemente erróneas.

Para cada etapa del proceso son aconsejables unas técnicas determinadas:

— Familiarización: lectura exploratoria y comprensiva, reformulación, lectura de rastreo e identificación de datos, relación de los datos con los conocimientos previos y búsqueda de información. Para estas tareas es aconsejable la combinación del trabajo individual, la puesta en común, el cuchienco y la división del trabajo.

— Resolución: emisión de hipótesis, diseño de estrategias y ejecución. Utilizamos la lluvia de ideas (*synetics*), la técnica Phillips 6-6', el trabajo individual y el colectivo, para el caso de la experimentación.

— Contraste: es conveniente llevarlo a cabo en trabajo individual.

En relación con la función que debe cumplir el profesor en todo este proceso, será preciso buscar el equilibrio entre las dos opciones extremas: resolver el problema mientras el alumno, en el mejor de los casos, comprende y, la mayoría de veces, copia; o dejar al alumno en su esfuerzo totalmente libre y limitarse a corregir.

El profesor debe intervenir en los momentos oportunos, mediante sugerencias que provoquen respuestas y estimulen el trabajo de búsqueda del alumno:

— Insistiendo en la perfecta comprensión del enunciado.

— Proponiendo problemas similares de menor dificultad.

— Aceptando iniciativas y encauzándolas o rechazándolas de forma justificada, mediante debate y puesta en común de ideas.

— Fomentando la autocorrección, la necesidad de validar los resultados, y estimulando la crítica propia y de los demás trabajos expuestos.

— Ayudando al desarrollo de una

estrategia personal de resolución.

De esta manera, al final de este proceso, puede conseguirse que todos los alumnos entiendan que la resolución de un problema es el resultado de un esfuerzo que es posible y que no responde a estructuras fijas e inamovibles. Por una parte, se estará en camino de conseguir el nivel reflexivo, profundo, de conocimiento, en tanto que se cuestiona lo que puede parecer evidente, se indagan causas y se establecen conexiones; por otra parte, se insiste al mismo tiempo en el nivel intuitivo de conocimiento de conceptos que permite su utilización o manejo adaptado al momento oportuno. □

Referencias bibliográficas

- Barrón Ruiz, A. (1993):** «Aprendizaje por descubrimiento: principios y aplicaciones inadecuadas», *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), pp. 3-11.
- Garrett, R.M. (1986):** «Issues in Science Education: Problem Solving Creativity and Originality», *International Journal Science Education*, 9 (2), pp. 125-137.
- Guilford, J.P. (1967):** *The Nature of Human Intelligence*, Nueva York: McGraw-Hill.
- Piaget, J., e Inhelder, B. (1959):** *La génesis des structures logiques élémentaires*, Ginebra: Delachaux et Niestlé.
- Polya, G. (1975):** *Cómo plantear y resolver problemas*, México: Fractal.
- Wertheimer, M. (1954):** *Productive Thinking*, Nueva York: Harper and Brother.
- Woods, D.R.; Crowe, C.M.; Hoffman, T.W., y Wright, J.D. (1985):** «Challenges to Teaching Problem-Solving Skills», *Chem. 13 News*, 155, pp. 1-12.

PARA SABER MÁS

- Lawson, A.E. (1994):** «Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales», *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 165-187.
- Papy, G. (1968):** *Influence de la recherche mathématique dans l'enseignement scolaire*, Bucarest: UNESCO (Actas del Coloquio Internacional).
- Puig Adam, P. (1960):** *La Matemática y su enseñanza actual*, Madrid: Dirección General de la Enseñanza Media.

* **Francisco Luis Alda y M^a Dolores Hernández** han sido profesores de ciencias naturales y matemáticas, respectivamente, del IES «Cabañas» de La Almunia.

Más información:
IES «Cabañas».
Carrera la Hilería s/n.
50100 La Almunia (Zaragoza).