

Más problemas, ¿para qué?

Glinda Irazoque Palazuelos

Y supongamos que solucionamos todos los problemas que se presentan. ¿Qué ocurre? Acabamos con más problemas que cuando empezamos. Porque así es como los problemas propagan su especie. Un problema abandonado a sí mismo se seca o pudre. Pero si fertilizamos un problema con una solución, haremos que broten por docenas.

*N. F. Simpson*¹

Si nos acercamos a la visión moderna de la ciencia y la contemplamos no como el seguimiento de un conjunto de reglas que requieren comportamientos específicos en etapas determinadas, sino como una actividad orgánica, dinámica e interactiva que tiene como constante la comunicación entre pensamiento y acción, estaremos de acuerdo con Hodson (1994) en que la educación científica no sólo tiene que ver con la construcción de un cuerpo de conocimientos teóricos conceptuales, debe preocuparse también por el entendimiento de los métodos científicos tomando en cuenta las complejas interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad y el desarrollo de conocimientos técnicos sobre la investigación científica y la **resolución de problemas** de naturaleza global.

Como respuesta a este nuevo enfoque, muchos de los *currícula* actuales ponen énfasis en la necesidad de que los alumnos no sólo adquieran o construyan un conjunto de conocimientos sino, de manera muy especial, que desarrollen habilidades de pensamiento y estrategias cognitivas que les permitan **aprender a aprender** para que logren ser personas capaces de enfrentar situaciones y contextos cambiantes a los que puedan responder en forma crítica y responsable.

En total acuerdo con Pérez y Pozo (1998), la resolución de problemas entendida como un enfoque o modo de concebir las actividades educativas, es uno de los vehículos más asequibles para llevar a los alumnos a aprender a aprender.

Desafortunadamente, los profesores de química no hemos reconocido la importancia de involucrar a los estudiantes en este tipo de tareas o simplemente consideramos que el currículo es lo suficientemente denso como para añadir otros tópicos. Muchos de nosotros seguimos posponiendo el involucrarnos en actividades de índole educativa o didáctica y mantenemos concepciones muy diferentes acerca de lo que es pensar, aprender, comprender, resolver un problema, etc.

Córdoba (1998) menciona que cuando se pregunta a los profesores de química sobre los objetivos de nuestra enseñanza, afirmamos sin duda que los alumnos aprendan a pensar, pero cuando nos preguntan qué entendemos por pensar las respuestas que encuentra son varias. Para algunos maestros, enseñar a pensar a los alumnos es que aprendan a relacionar los principios científicos con los fenómenos de la vida cotidiana, otros opinan que es aplicar las reglas de la inferencia a los **problemas** de examen y algunos más comentan que los alumnos piensan cuando **resuelven los** problemas tal y como se les enseñan en clase.

Lo que es evidente y común es que los docentes de ciencias experimentales y matemáticas, consideramos muy importante la resolución de problemas, pero tenemos imágenes diversas de lo que es un problema y cómo debe resolverse. En total acuerdo con Pérez y Pozo (1998), la resolución de problemas entendida como un enfoque o modo de concebir las actividades educativas, es uno de los vehículos más asequibles para llevar a los alumnos a aprender a aprender.

Por ello, es importante familiarizarnos con el área de investigación educativa que se dedica al estudio de la resolución de problemas; su naturaleza, sus componentes, las estrategias de resolución que podemos enseñar a nuestros estudiantes, los factores que influyen en el proceso de solución, las metodologías para analizar los procesos involucrados en dicha actividad y las implicaciones pedagógicas que tiene esta área de conocimiento y de investigación. Empecemos por ponernos de acuerdo en lo que vamos a entender por *problema*.

¿Qué es un problema?

En la literatura especializada existen muchas definiciones de problema:

Newell y Simon (1972) definen problema como una situación en la cual un individuo desea hacer algo, pero desconoce el curso de la acción necesaria para lograr lo que quiere.

Chi y Glaser (1983) observan un problema como una situación en la cual un individuo actúa con el propósito de alcanzar una meta utilizando para ello alguna estrategia en particular.

El *handbook* editado por Dorothy Gabel (1994), dedica su tercera parte al tema de la resolución de problemas y el capítulo 11 lo trata específicamente para el área de

¹ Tomado de Claxton (1994), *Educación de mentes curiosas*, p. 105. Madrid: Visor.



Cuadro 1. Definición de problema, según Poggioli.²

química. Los autores eligen como una buena definición de problema la de Hayes (1981) quien afirma que un problema existe cuando una persona percibe una brecha entre el lugar dónde se encuentra y el lugar dónde desearía estar, pero no sabe cómo cruzar la brecha.

A Caballer y Oñorbe (1997) les parece que la definición de Bunge (1983) es la más amplia: “Un problema es toda dificultad que no puede superarse automáticamente sino que requiere la puesta en marcha de actividades orientadas hacia su resolución”.

La definición de Lester (1983) ha sido muy aceptada también entre los estudiosos del tema: “Un problema es una situación que un individuo o un grupo quiere o necesita resolver y para la cual no dispone de un camino rápido y directo que le lleve a la solución”.

Con base en varias de las definiciones anteriores, Poggioli propone el esquema mostrado en el cuadro 1 como definición de problema.

El planteamiento del problema y el deseo del individuo por resolverlo están relacionados con un estado inicial. La meta es lo que se desea alcanzar; la solución del problema, el estado final del proceso. La diferencia entre estos dos estados sería el problema mismo.

Con este abanico en mano, me parece importante distinguir que un problema existirá sí y sólo sí la persona a la que se plantea identifica que hay algo interesante por resolver, pero no dispone de procedimientos automáticos que le permitan

llegar a la solución de manera más o menos inmediata, sino que requiere de un proceso de reflexión o toma de decisiones sobre la secuencia de pasos a seguir, es decir, para que un problema lo sea no debe tener una solución evidente para la persona interesada en resolverlo; es necesario que se realice una investigación.

Si los retos que planteamos a nuestros alumnos no tienen las características mencionadas, no les estamos proponiendo la resolución de problema alguno, sólo están haciendo ejercicios para familiarizarse con una determinada metodología o con los alcances de un modelo matemático.

Ejercicios vs. problemas

Un problema se diferencia de un ejercicio en que para este último se dispone y se utilizan mecanismos que nos llevan de forma inmediata a la solución. Es posible que lo que para una persona es un problema pueda no serlo para otra, porque carece de interés por la situación o porque posee los mecanismos para resolverla sin una inversión de recursos cognitivos y puede reducirla a un mero “ejercicio gimnástico”.

Por ejemplo, el cálculo del volumen de un sistema gaseoso en condiciones de idealidad cuando están dados el número de moles, la temperatura y la presión se reduce a un ejercicio termodinámico más que a un problema, en el sentido actual del término, ya que para resolver esa situación sólo se requiere conocer la ecuación de estado de gas ideal y saber despejar la variable que se plantea como incógnita. En cambio, si nos preguntan ¿cuánto contaminará una central termoeléctrica que funciona con petróleo? (Furió *et al.*, 1995), la tarea implica resolver un problema abierto y es necesario conocer el funcionamiento de una termoeléctrica, identificar variables y diseñar una metodología de trabajo además de buscar la información necesaria. Éste sería un verdadero problema para nuestros alumnos de Termodinámica en la Facultad de Química, pero no lo sería para un ingeniero experto en energía eléctrica.

Los ejercicios se resuelven poniendo en funcionamiento mecanismos y procesos que hemos automatizado como consecuencia de una práctica rutinaria. En cambio, cuando enfrentamos la solución de un problema no sabemos de antemano cómo hacerlo, estamos frente a una situación diferente de las aprendidas. El que una determinada tarea escolar sea problema o ejercicio depende no sólo de la experiencia y de los conocimientos previos de quien la debe resolver, sino también de los objetivos que se marca cuando la realiza.

Aunque el resolver ejercicios es importante porque permite consolidar habilidades instrumentales básicas, no debe

² Tomado del archivo electrónico:
<http://www.fpolar.org.ve/poggioli/poggio51.htm>

confundirse con la resolución de problemas que implica, entre otras habilidades, el uso de estrategias y la toma de decisiones sobre el proceso de solución que debe seguirse (Pérez y Pozo, 1995).

¿Cómo resolver problemas?

Desafortunadamente para los lectores no podremos dar una receta general a la pregunta que encabeza esta sección. No se trata de buscar solución a cualquier problema, la propuesta está acotada a problemas escolares o de investigación del área de ciencias experimentales, lo siento. Sin embargo, querida lectora o lector, estoy segura que encontrará grandes similitudes con las estrategias de solución de problemas de la vida cotidiana.

Históricamente, el estudio de la resolución de problemas había tenido cierta atención por los educadores, principalmente los dedicados a la matemática, y por los psicólogos educativos. Desde mediados del siglo pasado, el matemático Polya (1945) señaló un conjunto de pasos útiles en la resolución correcta de problemas matemáticos (cuadro 2) y, a partir de la década de los sesenta, el estudio de los procesos de pensamiento y la resolución de problemas se convirtió en

un campo de gran importancia (Poggioli) y diferentes grupos de investigación educativa han demostrado que la propuesta de Polya es útil en otros campos de conocimiento, particularmente el de las ciencias naturales.

Como podemos observar y seguramente esperábamos, el primer paso en la resolución de cualquier problema es entenderlo. Esto exige que el vocabulario y la sintaxis con los que se expresa el problema sean claros. Existen estudios (Gabel y Bunce, 1994) que indican que un porcentaje importante de los alumnos que no aprueban un examen es porque no entendieron lo que se les preguntaba, así es de que ni siquiera podemos decir que evaluamos su aprendizaje.

Estos autores comentan también que muchos estudiantes no entienden los conceptos químicos involucrados en los problemas o son incapaces de usar su conocimiento conceptual disciplinario en la resolución de éstos o, lo que es peor y muy frecuentemente, adolecen del bagaje conceptual apropiado, sobre el que se basa la resolución de problemas. Por lo tanto, los profesores debemos estar conscientes del entendimiento de los estudiantes y de los conceptos específicos críticos para la resolución de los problemas.

Una vez entendido el problema debemos concebir y

Cuadro 2. Pasos necesarios para resolver un problema según Polya²

Comprender el problema

- ¿Cuál es la incógnita?, ¿Cuáles son los datos?
- ¿Cuál es la condición? ¿Es la condición suficiente para determinar la incógnita?

Concebir un plan de ataque

- ¿Se ha encontrado con un problema semejante? ¿O ha visto el mismo problema planteado en forma ligeramente diferente?
- ¿Conoce un problema relacionado con éste? ¿Conoce algún teorema que le pueda ser útil? Mire atentamente la incógnita y trate de recordar un problema que le sea familiar y que tenga la misma incógnita o una incógnita similar.
- He aquí un problema relacionado al suyo y que se ha resuelto ya. ¿Podría usted utilizarlo? ¿Podría utilizar su resultado? ¿Podría emplear su método? ¿Le haría a usted falta introducir algún elemento auxiliar a fin de poder utilizarlo?
- ¿Podría enunciar el problema en otra forma? ¿Podría plantearlo en forma diferente nuevamente? Refiérase a las definiciones.
- Si no puede resolver el problema propuesto, trate de resolver primero algún problema similar. ¿Podría imaginarse un problema análogo un tanto más accesible? ¿Un problema más general? ¿Un problema más particular? ¿Puede resolver una parte del problema? Considere sólo una parte de la condición; descarte la otra parte; ¿en qué medida la incógnita queda ahora determinada? ¿En qué forma puede variar? ¿Puede usted deducir algún elemento útil de los datos? ¿Puede pensar en algunos otros datos apropiados para determinar la incógnita? ¿Puede cambiar la incógnita? ¿Puede cambiar la incógnita o los datos, o ambos si es necesario, de tal forma que la nueva incógnita y los nuevos datos estén más cercanos entre sí?
- ¿Ha empleado todos los datos? ¿Ha empleado toda la condición? ¿Ha considerado usted todas las nociones esenciales concernientes al problema?

Ejecutar el plan

- Al ejecutar su plan de la solución, compruebe cada uno de los pasos.
- ¿Puede usted ver claramente que el paso es correcto? ¿Puede usted demostrarlo?

Verificar el procedimiento

- ¿Puede usted verificar el resultado? ¿Puede verificar el razonamiento?
- ¿Puede obtener el resultado en forma diferente? ¿Puede verlo de golpe? ¿Puede usted emplear el resultado o el método en algún otro problema?

Comprobar los resultados

² Tomado de Juan Ignacio Pozo (coord.) *La solución de problemas*, México: Aula XXI Santillana 1998, p. 26.

ejecutar un plan de ataque, es decir, hay que resolverlo. El proceso de resolución de un problema es algo muy cercano a lo que Córdoba (1998) concibe por comprender: “es como armar un rompecabezas del que uno no sabe si tiene todas las piezas, uno no sabe si hay piezas extrañas e ignora el resultado final de armar el rompecabezas, pero *imagina* que tendrá sentido. Al ir colocando y encajando las piezas uno tiene anticipos y destellos de lo que será el resultado final. Claro, se requieren muchos ensayos, tanteos, intuiciones, inferencias pero el esfuerzo bien vale la pena. Cuando uno resuelve por sí mismo un problema tiene una sensación de independencia; cuando uno sólo repite mecánicamente procedimientos o respuestas es un esclavo intelectual.”

¿Por qué los alumnos no hacen lo mismo que yo?

Seguramente nos hemos hecho en varias ocasiones esta pregunta. Tratar de explicar a nuestros alumnos la secuencia de pasos que realizamos cuando resolvemos un problema, o pensar que ellos, después de ver cómo resolvimos alguno en clase, pueden reproducir la metodología que empleamos para resolver los problemas que dejamos de tarea, es seguir pensando que el conocimiento se transmite y que los alumnos son esponjas receptoras.

Intente describir, a una persona que no sabe conducir, la secuencia de pasos que usted realiza al manejar su automóvil, después siéntela frente al volante de su coche y prediga los resultados... Manejar y resolver problemas son conocimientos procedimentales que no verbalizamos, los realizamos en forma automática. Si intentamos describirlos, es probable que omitamos pasos fundamentales del proceso como el mencionar que se debe presionar el embrague cada vez que cambiemos la velocidad.

Cuando los alumnos intentan resolver la tarea en casa, no pueden reproducir la metodología que empleó el maestro en clase para resolver un problema equivalente, porque simplemente son novatos en la materia. Los estudios de psicología educativa en el tema de expertos y novatos son de gran utilidad en este punto. Leonard y colaboradores (2000) nos muestran que el comportamiento de expertos y novatos en la resolución de problemas es muy diferente según se muestra en el cuadro 3.

El análisis de estas diferencias nos cuestiona seriamente si en realidad estamos enseñando a nuestros alumnos a resolver problemas. Las propuestas de resolución de problemas deben plantear situaciones abiertas y sugerentes, desconocidas para los alumnos pero que les exijan una actitud activa y un esfuerzo por buscar sus propias respuestas, su propio conocimiento. Para esto es necesario fomentar en ellos el dominio de procedimientos y la utilización de los conocimientos disponibles para dar respuesta a situaciones nuevas frente a las que pueden sentirse perdidos pero les

Cuadro 3.

Experto	Novato
El conocimiento conceptual influye en la resolución de problemas.	La resolución de problemas es altamente independiente de los conceptos.
A menudo realiza un análisis cualitativo, especialmente cuando está atascado.	Usualmente manipula ecuaciones.
Usa estrategias basadas en conceptos que anticipan la acción.	Usa técnicas “medios-fines” que se orientan a corregir disfunciones.
Tiene una variedad de métodos para salir del atasco.	Generalmente no puede salir del atasco sin ayuda externa.
Puede pensar acerca de la resolución de problemas mientras los resuelve.	En la resolución de problemas usa todos los recursos mentales disponibles.
Es capaz de verificar una respuesta usando un método alternativo.	A menudo tiene una sola forma de resolver un problema.

interesa enfrentarla. Debemos buscar situaciones que los aleje de la odiosa práctica del *formulazo*.

La resolución de problemas debe ser un proceso razonado basado en el entendimiento conceptual y no en el uso de algoritmos (los alumnos utilizan generalmente uno sólo) y fórmulas sin que medie una verdadera comprensión de la situación planteada. Los procedimientos, sean destrezas o estrategias, se aplican a unos contenidos factuales y conceptuales, que de no ser comprendidos por los alumnos, imposibilitan que la tarea sea concebida y comprendida como un problema.

Pérez y Pozo (1998) hacen una comparación de los pasos propuestos por Polya (1945) para la resolución de problemas con las fases del método científico y se observan grandes similitudes que pueden ser pautas para mejorar nuestra propuesta educativa, como muestra el cuadro 4.

Cuadro 4. Fases del método científico como solución de problemas.

Método científico	Resolución de problemas según Polya (1945)
1. Observación y planteamiento del problema.	1. Comprensión del problema
2. Formulación de hipótesis.	2. Concepción de un plan.
3. Diseño y ejecución de experimentos.	3. Ejecución del plan.
4. Contrastación de hipótesis	4. Examen de la solución obtenida.

Es importante tomar en cuenta que nuestros problemas no son los mismos que los que les interesa resolver a nuestros alumnos. En esta dirección, Gil y colaboradores (1999) proponen una transformación global de la enseñanza y, sugieren observar la práctica de resolución de problemas como una investigación que contemple los siguientes pasos:

- **Discutir** cuál puede ser el **interés de la situación problemática** planteada.
- Realizar un **estudio cualitativo** de la situación:
 - **acotar y definir** de manera precisa el problema
 - **tomar decisiones** sobre las situaciones que se consideran reinantes.
- **Emitir hipótesis** fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia:
 - Imaginar, en particular, casos límite de esta dependencia.
- **Elaborar y explicitar posibles estrategias de solución** antes de proceder a ésta:
 - posibilitar una contrastación rigurosa de las hipótesis y
 - mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos de que se dispone.
- **Realizar la resolución verbalizando al máximo:**
 - fundamentar lo que se hace,
 - evitar el puro ensayo y error y los operativismos carentes de significación física.
- **Analizar cuidadosamente los resultados a la luz del cuerpo de conocimientos** y de las hipótesis abordadas y, en particular, de los casos límite considerados.
- **Considerar las perspectivas abiertas** por la investigación realizada.
- Concebir nuevas situaciones a investigar.
- **Elaborar una memoria** que explique el proceso de resolución y destaque los aspectos de mayor interés en el tratamiento de la situación considerada.

Ahora si podemos responder la pregunta que encabeza este artículo: ¿más problemas? Sí. ¿Para qué? Para promover en nuestros alumnos el desarrollo de estrategias que les sirvan para encontrar respuestas a los problemas que enfrentan, no sólo en la escuela, también en su vida cotidiana. Como dicen Pérez y Pozo (1998): “No se trata sólo de enseñar a resolver problemas, sino también de enseñar a plantearse los, a convertir la realidad en un problema que merece ser indagado y estudiado”. ■

Bibliografía

Bunge, M. (1983). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.

- Caballer, M.J. y Oñorbe, A. (1997) Resolución de problemas y actividades de laboratorio. En: Luis del Carmen (coord.) *La enseñanza y el aprendizaje de la ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*, Cuadernos de formación del profesorado, No. 9, ICE/HORSORI, Universidad de Barcelona, España.
- Chi, M.T.H. y Glaser, R. (1983). *Problem solving abilities*. Material mimeografiado.
- Córdoba, J.L. (1998), Enseñar a pensar I, *Educación Química*, 9 [1], 54- 55.
- Furió, C., Iturbe, J. y Reyes, J. (1995) ¿Cuánto contaminará una central térmica que funciona con fuel?, *ALAMBIQUE. Didáctica de las ciencias experimentales*, No. 5, 27-36.
- Gabel, D. L. y Bunce D. M. (1994) Research on problem solving: Chemistry, en: D. Gabel (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*, MacMillan Pub. Co., 301-326.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, G., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa, A. M. (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*, 17[2], 311-320.
- Hayes, J. R. (1981) *The complete problem solver*. Philadelphia: Franklin Institute Press.
- Hodson, D. (1994) Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12[3], 299-313.
- Leonard W., Gerace, W. y Dufresne, R. (2000) Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, 20[3], 387-400.
- Lester, F. K. (1983) Trends and issues in mathematical problem solving research. En: R. Lesh y M. Landau (eds.), *Acquisition of mathematical concepts and processes*. Nueva York: Academic Press.
- Newell, A. y Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Poggioli, L. *Estrategias de resolución de problemas*, Serie Enseñando a aprender, archivo electrónico: <http://www.fpolar.org.ve/poggioli/poggio51.htm>
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press (2ª ed., 1973). (Trad. cast. 2ª ed.: *¿Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas, 1981).
- Pérez, E.M.P. y Pozo J. I. (1998), Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender. En: Juan Ignacio Pozo (coord.), *La solución de problemas*. México: Aula XXI/ Santillana.