

Título: Aclaremos las cosas, ¿es tan fácil que los estudiantes de Secundaria Básica

resuelvan problemas e investiguen en ciencias?

Autor: MSc. Sergio García Bertot, MSc. Aldalina Cruz Prado y MSc. Roberto I. Morejón.

**Instituto Superior Pedagógico "Rafael M. Mendive". Pinar del Río. Cuba.
e-mail sergio@ispr.rimed.cu**

Resumen

La resolución de problemas es altamente valorada por el profesorado, sin embargo su implementación en el aula es escasa. Es que realmente hacer de la resolución de problemas una práctica cotidiana o al menos bastante frecuente en la realidad de nuestras aulas es (aunque muy atractiva) una empresa que choca con numerosas barreras. De la propia definición de problema ya se capta que su implementación en el ámbito escolar como pretensión para lograr aprendizajes significativos y por tanto más efectivos tiene que trascender la cotidianidad. En este trabajo se presentan los fundamentos de ciencia que como mínimo hay que considerar para aspirar a implementar con éxito la resolución de problemas en el área de ciencias naturales de Secundaria Básica.

Abstract

Problem solving is highly valued by teachers; however, its implementation in the classroom is scarce. To make problem solving a daily or at least a quite frequent practice in the reality of our classrooms is really (although very attractive) an activity that collides with numerous barriers. From the definition of problem it is already viewed that its implementation in school environment as pretense to achieve significant learning, and therefore, more effective learning, it has to transcend the everyday activity. In this article it is presented the scientific backgrounds that are necessary to consider the successful implementation of problem solving in the area of natural sciences of Secondary School.

- ¿Por donde empezar?

La primera y más básica condición que se asume es que la eficiencia en la resolución de problemas depende en gran medida de la disponibilidad y la activación de conocimientos conceptuales adecuados.

Numerosos estudios (Johnston, 1980; Kempa, 1986; Case, 1987; Novak, 1991) orientados a la evaluación del papel de los sistemas de memorias en el aprendizaje humano han concluido que la eficacia de la memoria funcional o a corto plazo (donde se elaboran los significados) se ve aumentada o disminuida por la cantidad y calidad de las estructuras cognoscitivas.

Kempa (1986) ha encontrado que estudiantes que producen mapas conceptuales del tipo ramificado (caracterizado por una mayor cantidad de asociaciones lógicas entre los conceptos) son mejores resolventes de problemas que aquellos que producen mapas conceptuales lineales. De las investigaciones de Kempa se infiere la utilización de mapas conceptuales para representar las estructuras del conocimiento.

De esta manera explorar mediante la construcción de mapas conceptuales sencillos la presencia de conocimientos alternativos o cadenas verbales y su organización jerárquica (pues los nuevos aprendizajes se encuentran conectados con ellas) debería ser la primera acción diagnóstica para pretender que los estudiantes se enfrenten con éxito a la resolución de problemas.

Si importantes son los conocimientos, lo son también las habilidades para ponerlos en práctica. Estas habilidades pueden variar y de hecho lo hacen en función del tipo de problema a resolver.

Los modelos que aparecen en la bibliografía para contribuir a la enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas (Larena, 1992; Oñorbe, 1992; Capote, 1999; Herron, 1987; Selveratnam, 1983 y 1990; Gil, 1988) centran su atención en lo que hay que hacer y lograr en cada una de sus etapas. Dan por establecido que el estudiante posee para ello las habilidades intelectuales necesarias.

Todos sabemos que no es así, en nuestras aulas (y en todas las aulas del mundo) existen estudiantes que han alcanzado diferentes niveles de desarrollo intelectual.

Conocer la composición del aula teniendo en cuenta los diferentes niveles de desarrollo en que se encuentran los estudiantes es un importante segundo criterio de diagnóstico con vistas a la implementación de la resolución de problemas.

Aleksandrov (1979) elaboró y validó una metodología para determinar índices cuantitativos de formación de habilidades intelectuales. Esta metodología nosotros la hemos estado aplicando en reiteradas ocasiones como diagnóstico de entrada al inicio de diferentes cursos escolares.

Son estas las dos primeras y más importantes fases del diagnóstico: los conocimientos; su estructuración y las habilidades intelectuales para su activación.

Otro aspecto importante resultan las concepciones que los estudiantes poseen sobre las ciencias y el trabajo de los científicos y en consecuencia su predisposición afectiva hacia esta actividad.

Consideramos al igual que Pozo (1994) que para un estudiante no interesado por la ciencia, que no está sintonizado con su discurso y sus modos de hacer, los problemas escolares constituyen actividades artificiosas, que en el mejor de los casos pueden llegar a ser curiosas e intrigantes, pero que difícilmente encajan con lo que es un verdadero problema.

Se comprende fácilmente que un estudiante que no posea una disposición afectiva hacia la ciencia y la investigación difícilmente se podrán en él desarrollar motivaciones intrínsecas hacia la actividad de estudio mediante la resolución de problemas.

Concepciones sobre las ciencias, predisposición afectiva y desarrollo intelectual están muy relacionados, al menos en un estudiante del nivel de Secundaria Básica.

Las investigaciones han demostrado que hasta los 11 años se manifiesta por parte de los estudiantes una mayor predisposición afectiva hacia las asignaturas de artes y letras, a las actividades manuales y actuaciones motoras en general, que hacia las asignaturas de ciencias (Rodríguez, 1999).

El aprendizaje de las ciencias requiere realizar una actividad mental lógica generalizada para poder descubrir sin error las relaciones causales verdaderas, que existen objetivamente entre los objetos y fenómenos del mundo.

Los aportes de eminentes personalidades entre los que se destacan L.I. Bozhovich; J.Piaget; J.L. Rubinstein, etc, ha permitido conocer el pensamiento peculiar de cada una de las etapas del desarrollo psíquico.

Así en la adolescencia alrededor de los 12-13 años comienza a desarrollarse el pensamiento teórico-formal-reflexivo, el que se caracteriza porque se comienza a operar con conceptos teóricos, a reflexionar sobre las propias operaciones mentales y a construir hipótesis y establecer mecanismos de verificación.

Estos resultados fundamentan que el maestro ya puede tirar del nivel de desarrollo alcanzado por el adolescente, lo que defiende Vigotski con su visión de relación dialéctica entre enseñanza y desarrollo psíquico, en la que está implicada la zona de desarrollo próximo; y son decisivos para elaborar cualquier propuesta que pretenda implicar a los estudiantes de Secundaria Básica en la resolución de problemas.

Sólo a partir de los 11 años los estudiantes comienzan a inclinarse hacia el desarrollo de habilidades intelectuales y el estudio de los conocimientos científicos a un nivel teórico (Rodríguez, 1999).

Hay que tener en cuenta entonces, que un estudiante de Secundaria Básica recién comienza a estar preparado para asumir la formación de conocimientos científicos mediante el desarrollo de actividades de investigación, que exigen la elaboración y constatación de hipótesis y que es perfectamente posible y además muy probable que

posea concepciones erróneas que le hayan hecho formarse una imagen incorrecta de las ciencias y la actividad científica.

Lo trascendental es que espontáneamente un estudiante de Secundaria Básica no tiene por qué poseer una predisposición afectiva positiva hacia la ciencia y la investigación.

En resumen, una estrategia para implementar en el aula de ciencias naturales de la Secundaria Básica la actividad de resolución de problemas tendría que considerar en primer lugar el diagnóstico del estudiante en:

- Conocimientos alternativos o cadenas verbales y su organización jerárquica. (¿Qué sabe y qué no sabe el estudiante?)
- Nivel de desarrollo de las habilidades intelectuales para la activación de los conocimientos. (¿Qué sabe hacer y qué no sabe hacer el estudiante con lo que sabe?).
- Disposición afectiva del estudiante hacia la ciencia y la investigación científica. (¿Quiere aprender el estudiante lo que no sabe?)

- ¿Cómo continuar?

Una estrategia para implementar en el aula la actividad de resolución de problemas tendría que considerar también el papel de la solución de ejercicios con cálculos, concebidos como entrenamiento previo para la resolución de problemas.

La solución de ejercicios permite el dominio de las técnicas que constituyen la base para la resolución de problemas, que chocaría con dificultades insalvables sin ese entrenamiento previo y la algoritmización de tareas más sencillas.

Se ha elaborado el modelo del algoritmo intelectual-operativo para ser usado en el proceso de enseñanza-aprendizaje del método de la solución de ejercicios y al mismo tiempo contribuir con mayor efectividad al desarrollo de las habilidades intelectuales en los estudiantes (ver Del ejercicio con cálculo al problema ¿El algoritmo intelectual-operativo? publicado por los autores en esta revista).

De acuerdo con la teoría de la actividad, el estudiante se implica intrínsecamente en la actividad de estudio sólo cuando en él se generan necesidades cognitivas.

Se sabe que las situaciones problemáticas son un excelente recurso para producir estados de conflictos cognitivos en los estudiantes. Pero dudamos que la producción de un conflicto cognitivo en el estudiante genere siempre la necesidad de implicarse en su solución, o sea, valoramos las situaciones problemáticas como necesarias pero no suficientes para implicar al estudiante en la actividad de estudio.

Una situación problemática generaría una necesidad cognitiva en el estudiante y con ello su posible implicación en la actividad de estudio cuando para él tiene un significado, el estudiante tiene que encontrarle un sentido a la propuesta que le hacemos.

De ahí la importancia de utilizar ejercicios cuyos enunciados describan situaciones problemáticas, inquietantes e interesantes pero conectadas con las experiencias vivenciales de los estudiantes. Preferiblemente los enunciados del sistema de ejercicios que se construyan deben considerar la propuesta de Oñorbe (1992) para facilitar su comprensión.

De alguna manera ya nos hemos referido anteriormente por qué para implementar la investigación escolar en la Secundaria Básica se requiere que se realicen acciones de motivación y desarrollo del campo de intereses, esta es también la posición de Mesa (1996).

Las acciones previas de motivación tienen un doble propósito: en primer lugar interesar a los estudiantes hacia las ciencias y la investigación científica, incentivar la curiosidad, la observación, la elaboración de preguntas, etc. y en segundo lugar transformar sus posibles concepciones erradas acerca de dicha actividad.

No se debe perder de vista que en ellas deben participar el mayor número de estudiantes del grado, sobre todo aquellos que el diagnóstico identificó como poco interesados hacia la ciencia o con concepciones erróneas, por tal razón es muy probable que se requiera la implicación de más de un profesor.

Por otra parte, tal como se expresó al inicio, la resolución de problemas no es una actividad que frecuentemente realiza el profesorado, por lo tanto, la intención de implementarla choca con la barrera de que en la práctica los estudiantes no están identificado con el método científico.

No hay que confundirse, no se pretende convertir a los estudiantes en científicos, pero sí producir un paralelismo entre la actividad del estudiante y la actividad científica, explicitándose esta última en la resolución de problemas.

Debemos lograr en estas actividades que los estudiantes conozcan las generalidades del método de la ciencia.

- Concepción tradicional vs. despliegue del campo de intereses.

Un punto que marca un momento importante en una concepción estratégica para implementar la resolución de problemas en el aula de ciencias naturales de la Secundaria Básica sería provocar un viraje con respecto a la concepción tradicional.

Como práctica tradicional entendemos aquella en que el estudiante no "encuentra" un problema que "sienta la necesidad" de resolver, sino que "le plantean" un problema que "debe" resolver.

Todos los autores estudiados consideran que la actividad de resolución (y así se expresa en los modelos creados) comienza cuando el profesor enfrenta al estudiante al problema. A partir de este enfrentamiento es que se supone que él comience a transitar por cada una de las etapas, en su afán por resolverlo.

Consideramos que la práctica habitual parte del presupuesto incorrecto de que al estudiante le interesa la ciencia y que quiere resolver los problemas de la ciencia, lo cual como se vio anteriormente no necesariamente tiene que ser así.

Como se ha visto, lograr que un estudiante se implique en la actividad de resolución de problemas no resulta para el profesor una tarea nada fácil, más que eso; es un reto.

Diseñar una situación de aprendizaje que satisfaga en lo posible todos los requisitos es complejo y a esto se le suma la heterogeneidad del grupo con respecto a su desarrollo cognitivo, intelectual y actitudinal.

Las primeras dificultades se presentan desde el misma preparación del problema (diseño de la situación de aprendizaje), por el alto número de consideraciones que hay que tener al respecto y sobre las cuales nos hemos referido a lo largo de este trabajo.

Una de las más importantes tiene que ver con la correspondencia entre las exigencias cognitivas que plantea el problema y las posibilidades del estudiantes para resolverlo dada por su "umbral de problematicidad".

La generalidad de las experiencias que se reportan sobre la implementación de la resolución de problemas en el aula, utilizan problemas contruidos sobre la base de enunciados académicos. ¿Qué significado y qué sentido puede tener para el estudiante la situación que se describe mediante un enunciado académico?

Aunque el estudiante se implique en la resolución del problema, su motivación es bien distinta de la que guía la actividad de un científico. De esta forma la necesidad del estudiante es satisfacer una demanda escolar no una inquietud intelectual.

Reconociendo la importancia de la tesis de Vigotski sobre el papel de la actividad en el desarrollo psíquico, consideramos entonces que sería más acertado propiciar que sean los mismos estudiantes los que detecten (despliegue del campo de intereses) con ayuda del profesor los problemas que posteriormente resolverán. A nuestro juicio esta variante tiene las siguientes ventajas con respecto a la concepción tradicional.

- Permite planificar y ejecutar con ayuda del profesor acciones de detección de problemas.
- Permite ampliar la actividad investigativa, ya no sólo se investigará durante la resolución del problema sino que la propia puesta en práctica de las acciones de

detección ya es desarrollo de actividad investigativa. Debemos recordar que al resolver problemas las acciones investigativas que requieren un amplio análisis cualitativo son de las más importantes.

- Hay más garantías de que los estudiantes se inserten en su mundo vivencial y contextual, los problemas serán necesariamente problemas de su entorno. Se propicia una mayor relación con la práctica.
- Al detectar y trabajar con problemas reales, que producen un mayor o menor efecto negativo sobre la comunidad en que vive, el estudiante puede reconocer más fácilmente la importancia de resolverlo, por lo que aumentan las posibilidades de generar intereses cognitivos (motivación intrínseca) y con ello aumentan las posibilidades de que se implique en la tarea.
- El proceso investigativo de detección de problemas propiciará el establecimiento de relaciones de comunicación entre los estudiantes y las instituciones de su comunidad, o sea, se amplía la esfera de sus relaciones sociales.
- Los estudiantes aprenderán en la acción.
- Las situaciones serán reconocibles desde su contexto, enmarcadas en experiencias vivenciales y desde este punto de vista hay mayor probabilidad de que se vean identificados y comprometidos con ellas.
- Necesariamente serán actividades abiertas, favoreciéndose la formulación de hipótesis y por tanto la elaboración de estrategias de resolución pues no se focalizará directamente la relación entre ninguna variable.

Le corresponde al profesor que dirige la actividad ser muy cuidadoso para orientar a los estudiantes hacia una selección adecuada.

A partir de este momento ya se desencadena el proceso de resolución del problema, que asume el estudiante de forma independiente. Este es un proceso que no es posible modelar pues la resolución de problema se efectúa mediante la planificación y ejecución de estrategias de resolución, las cuales son específicas para cada resolvente.

Durante esta fase la función del profesor es la de facilitar el proceso de resolución. El profesor se comporta como un experto que da sugerencias, opiniones, aclara las dudas de los estudiantes, orienta bibliografía para obtener información, etc.

- ¿Cómo terminar?

No podría faltar un espacio para promover la reflexión sobre los resultados obtenidos. Tomar conciencia sobre los propios conocimientos es muy importante. A este proceso se le llama metacognición o estado metacognitivo.

Estas reflexiones se deben generar en el contexto de interacción social y la comunicación con los compañeros, pero también bajo la guía del profesor.

Se trata de que para cumplimentar la última fase de la resolución del problema, se convoque a todos los estudiantes del grupo a la Sesión Científica Estudiantil.

En esta actividad los estudiantes expondrán los resultados obtenidos, explicando las hipótesis elaboradas, las estrategias de resolución puestas en prácticas y los resultados alcanzados.

El papel del profesor es aquí fundamental. A través de las preguntas que plantea es él quien induce a la reflexión para la valoración del estudiante con sus propias palabras de cada una de las fases de la resolución del problema, y de esta forma ese preguntar produce la interiorización de sus propios conocimientos y habilidades, en fin su propia actuación.

Finalmente consideramos que la resolución del problema puede y debe significar la toma de decisiones.

El colectivo de estudiantes con el asesoramiento del profesor pueden discutir la pertinencia de comunicar a las autoridades competentes, instituciones, organismos o empresas involucradas en el problema las soluciones alcanzadas, con el objetivo de que estas a su vez valoren su implementación práctica.

- Bibliografía

1. Aleksandrov, G.N. (1979). Indices de algunas habilidades intelectuales del estudiante de primer año y problemas relativos a la formación de ellas. *La educación Superior Contemporánea*. 4(28).
2. Capote, R. (1999). La resolución de problemas químicos con cálculos estequiométricos. Una nueva propuesta de enseñanza-aprendizaje. Tesis de Maestría. Universidad de Pinar del Río.
3. Case, R. (1987). The Structure and Process of Intellectual Development. *International Journal of Psychology*. (22).
4. Gil, D.; Dumas, A.; Martínez Torregrosa, y J. Ramírez. (1988). La resolución de problemas de Lápiz y papel como actividades de investigación. *Investigación en la Escuela*. (6).
5. Herron; y col. (1987). Philosophy of teaching Chemistry. Part 2 (Teaching problem-solving), *Chem 13 new*, January, p.7.
6. Johnston, A.H. y Kellett, C. (1980). Learning Difficulties in School Science: Towards a Working Hypothesis. *European Journal of Science Education*. 2(2).
7. Kempa, R.F. (1986). Resolución de problemas y estructura cognoscitiva. *Enseñanza de las ciencias*. 4(2).
8. Larena, J. (1992). Resolución de problemas de química a nivel universitario. Importancia del enunciado. Málaga. Universidad de Valladolid. ESQIOL. 1992.
9. Mesa, N. (1996). La preparación de los alumnos para la actividad científico investigativa. Monográfico. Ciudad de la Habana.
10. Novak, J.D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador. *Enseñanza de las Ciencias*. 9(3).
11. Oñorbe, A.M. (et.al). (1992). "Resolución de problemas de química y física: Enseñanza Secundaria Obligatoria. Una propuesta metodológica de enseñanza-aprendizaje. ALCAL. Ediciones Educativas.
12. Pozo, I.J. (1994). *La Resolución de Problemas*. Editorial Santillana S.A. Madrid. España. Pag.1.
13. Rodríguez, R.M.; Moltó, G.E. y Bermúdez, S.R. (1999). Formación de los conocimientos científicos en los estudiantes. Colección PROMET. Editorial Academia. La Habana.
14. Selveratnam, M. (1983). Students mistakes in problem-solving. *Education in Chemistry*, 20, 4, p.125.
15. Selveratnam, M. (1990). Problem-solving a model approach. *Education in Chemistry*, 6, p.163.