

La creatividad y la resolución de problemas como bases de un modelo didáctico alternativo

*José Joaquín García García**

- **Resumen**

El presente artículo se propone exponer, desde una reconceptualización de la resolución de problemas y la creatividad, las bases teóricas y operativas de un modelo didáctico alternativo para la enseñanza de las ciencias. Igualmente, se hace un análisis de las interacciones y los contextos en los cuales se opera el proceso de adquisición de elementos de metacognición en la formación de los alumnos.

-

Starting from a reconceptualisation of problem solving and creativity, this article intends to present the theoretical and practical bases of an alternative didactic model for science teaching. Likewise, an analysis is made of the interactions and the contexts in which the process of acquisition of metacognitive elements in the student training occurs.

- **Resume**

Présentation, en base á une nouvelle conception de la résolution de problèmes et de la créativité, des fondements théoriques et opératifs d'un modele alternatif de didactique pour l'enseignement des sciences, accompagnée de l'analyse des interactions et des contextes dans lesquels se réalise, dans la formation des élèves, le processus d'acquisition des éléments métacognitifs.

* Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales -GECE-. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia.
Investigación: Tratamiento de situaciones problemáticas bajo un enfoque de ambientalización del currículo. Colciencias - BID - Universidad de Antioquia.

Palabras claves: modelo didáctico, aprendizaje, resolución de problemas, enseñanza de las ciencias, creatividad. Keywords: didactic model, learning, problem solving, science teaching, creativity

INTRODUCCIÓN

El mundo moderno está caracterizado por varios fenómenos, (Madure y otros 1994, Majimutov 1983, Martínez Llantada 1986) en primer lugar, la revolución científico - técnica y el desarrollo de la informática, debido al incremento acelerado en los procesos de producción del conocimiento científico en los últimos cien años; en segundo lugar, lo procesos de globalización que han roto fronteras, culturas, mercados y formas de ver el mundo y, en tercer lugar, el progresivo establecimiento de relaciones y, por lo tanto, la desaparición o, por lo menos, el adelgazamiento de los límites epistemológicos entre los diferentes campos del saber, es decir, entre las ciencias experimentales, las ciencias humanas y sociales y las tecnologías.

Estos tres grandes fenómenos característicos del mundo contemporáneo han provocado cambios en los objetivos y en las formas en las cuales se organizan los sistemas escolares, (Casey y Tucker 1994, Pomés Ruiz 1991), así, la producción permanente del conocimiento científico ha obligado a las instituciones educativas a establecer políticas de modernización y actualización permanente de los contenidos escolares; la irrupción de la informática en la vida cotidiana hace de la utilización del ordenador y de sus posibilidades una herramienta válida para ser usada en las aulas de clase; los procesos de globalización obligan a los países a competir y, por ello, a transformar sus sistemas educativos y orientarlos ya no solamente hacia la socialización de los individuos si no también hacia la formación de sujetos independientes y autónomos en el campo cognitivo, capaces de insertarse en los procesos continuos de cambio en el mundo actual; por último, el acercamiento de las diferentes áreas del saber y el crecimiento acelerado de los conceptos y las teorías que las conforman,

cambian las prioridades en la escuela, en la cual aprender a pensar es ahora esencial y con el mismo valor que el aprendizaje de la lengua materna o la matemática.

Las tendencias educativas generadas a partir de las características de la sociedad contemporánea son el marco del nuevo paradigma educativo de "enseñar a pensar"; paradigma en el cual se entiende el proceso educativo como la forma en que los sujetos alcanzan el desarrollo de sus habilidades de pensamiento e intelectuales, con el cual conquistan la autonomía y la independencia cognoscitiva necesaria para aprender por sí solos y para producir nuevos conocimientos. Dentro de este paradigma se encuentra la línea de trabajo académico de enseñanza por resolución de problemas y para el desarrollo de la creatividad.

Este artículo se propone exponer las bases teóricas de un modelo didáctico para la enseñanza de las ciencias, mediante la resolución de problemas y el desarrollo de la creatividad, por esto, en él se discute el papel que juegan la resolución de problemas y el desarrollo de la creatividad en diferentes aspectos de la cultura, se revisan los cambios de paradigma que operados en la historia de la investigación sobre estos dos procesos y se formulan conceptualizaciones sobre cada uno de ellos; para finalizar, estos marcos conceptuales se los elementos que conforman un modelo didáctico fundamentado en la resolución de problemas y el desarrollo de la creatividad.

LO CREATIVO Y PROBLÉMICO DEL MUNDO

"Hace mil millones de años, cuando aparece el sexo como forma alternativa de generación de vida, aparece también la verdadera muerte y el concepto de reproducción pierde su sentido para convertirse en el concepto de diversificación", (Wilches Chaux 1997) es así como en la forma de generación vital de tipo sexual se presenta el proceso de recombinación genética por medio del cual se intercambia información genética y se obtiene un nuevo genotipo diferente al de los progenitores, ocurriendo, en síntesis, un acto de creación biológica de carácter irrepetible; luego, el cese del ciclo vital de los individuos constituiría su verdadera muerte, pues no habría otro igual a ellos (mismo genotipo), por el contrario de lo

que se presentaba en los seres cuyas formas de generación vital eran procesos típicos de reproducción como la gemación o bipartición.

Pero el proceso creativo no solo asegura la existencia biológica de las especies, pues también es el responsable de que la especie más desarrollada, la especie humana, pueda convivir con sus congéneres en comunidades organizadas y autorreguladas, que aseguren las libertades de los individuos que las conforman y los derechos de los mismos, así como sus obligaciones como seres sociales, es decir, que el desarrollo de la creatividad en los individuos es garante de la formación de sistemas democráticos, pues, al asegurar la evolución de las unicidades interiores de cada uno de los individuos que conforman una comunidad, les proporciona la mayor libertad individual que puede alcanzarse en un sistema democrático, la libertad de ser ellos mismos y, además, les provee de las dinámicas de cambio y transformación continua, necesarias en toda democracia.

En otro campo de la acción humana, diferente al social pero estrechamente relacionado con él, el campo de la psique humana, la creatividad es uno de los pilares básicos sobre los cuales se construyen personalidades sanas y benéficas para el desarrollo social. Erich Fromm advierte lo siguiente "creación y destrucción, amor y odio son dos instancias que viven independientemente, las dos son soluciones de la misma necesidad de trascendencia y la necesidad de destruir surge cuando el hombre no puede satisfacer la necesidad de crear" (Fromm 1992). En lo referente al proceso creativo, el análisis estaría incompleto si no estableciéramos la relación entre este proceso y las condiciones que regulan el mundo moderno, a saber, la economía de mercado sostenida en los valores de la modernidad como calidad, innovación, eficacia, eficiencia y valor agregado ; esta relación se evidencia hoy en día en las grandes empresas corporativas, las cuales conscientes de la conexión existente entre el desarrollo del pensamiento creativo en su personal y el alcance de estos índices de la modernidad, gastan grandes sumas de dinero en capacitar a sus empleados en el manejo de técnicas y métodos que les permitan acceder a la producción de ideas creativas, al aceptar que "para que una corporación pueda sobrevivir en un ambiente muy competitivo, como el de hoy, ésta, ante todo, debe ser creativa" (Keeva 1996).

El proceso de resolución de problemas al igual que el desarrollo de la creatividad, también está íntimamente ligado a los procesos vitales de los seres humanos, de hecho, la capacidad que distingue a los seres humanos de las demás especies vivas es la capacidad de aprender y de aprender racionalmente a través del pensamiento simbólico y la representación. Hoy en día se sabe que "el proceso del aprendizaje humano desde el niño hasta el adulto, es esencialmente una actividad de resolución de problemas mediante la cual el individuo se adapta al medio, y que este proceso de resolución de problemas se lleva a cabo simultáneamente en los campos cognitivo, afectivo y psicomotor "(López y Costa 1996) .

El proceso de resolución de problemas además de ser un elemento base en el aprendizaje , también lo es en el proceso de producción del conocimiento, así, desde la epistemología, los pensadores contemporáneos argumentan que plantear un problema es fundamental para avanzar en el conocimiento y que las teorías científicas surgen cuando los científicos, formulan, descubren o se enfrentan a campos problemáticos nuevos. Respecto de esto, y específicamente refiriéndose a la forma en la cual se ha generado el conocimiento contemporáneo, Bachelard afirma: "la ciencia como esencialmente inacabada, es de inspiración moderna, y es también moderno, ese tipo de pensamiento en expectativa, de pensamiento que se desarrolla partiendo de hipótesis consideradas mucho tiempo como preguntas y que se mantiene siempre irrevocable" (Bachelard 1987), las preguntas a las cuales se refiere Bachelard son esencialmente los problemas de conocimiento, que constantemente se generan en los procesos de producción del conocimiento científico.

En el campo social la creatividad y los procesos de resolución de problemas se combinan para generar el cambio en las formas de ver y de pensar el mundo, de hecho "los más dramáticos cambios históricos han sido producidos por innovaciones que han resuelto problemas existentes previamente» (Fobes 1996), de esta manera, "el futuro pertenece a aquellos que sean capaces de resolver creativamente los problemas, y la clave para construir el futuro es el desarrollo de la habilidad mental para tomar riesgos y explorar múltiples soluciones" (Schwartz SD). Es claro que el desarrollo por parte de los sujetos de sus capacidades creativas, de las habilidades y los procesos para acometer la resolución de problemas, es la base de la cultura del futuro de la cultura del cambio.

CAMBIOS PARADIGMÁTICOS EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA CREATIVIDAD Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS:

Las investigaciones sobre el proceso de resolución de problemas se remontan a la década de los 50, en la cual se diseñaron estrategias para mejorar la capacidad para resolver problemas en los estudiantes universitarios. La experimentación de estas estrategias permitió concluir que "a los estudiantes se les debía enseñar a resolver los problemas, centrándose en el proceso de resolución y no tanto en la respuesta que tuviese el problema, y que, los procedimientos para resolver problemas podrían ser enseñados como hábitos y transformados a través de una formación y práctica apropiadas" (Bloom y Broder 1950), así estas investigaciones dejaron en claro que el proceso es más importante que el producto como tal, y que, para que un estudiante resuelva con éxito un problema es necesario que posea la información adecuada sobre su proceso de resolución, además de la información específica en el campo al que pertenezca el problema.

Durante la década de los 60 las investigaciones se centraron en el diseño de programas que hiciesen posible el desarrollo del pensamiento productivo a los estudiantes, programas que incluían estrategias para mejorar la capacidad de los estudiantes para resolver problemas y para generar ideas creativas a través del fomento del pensamiento divergente, algunos de estos programas diseñados específicamente en Norte América, se constituyeron en el programa de pensamiento productivo para el aumento de aptitudes para la resolución de problemas basado en historias policiales y de misterio (Covington y otros 1974), el programa de libros de ideas para resolver problemas creativamente (Torrance 1975 Torrance y Myers 1976) y el programa Parnés (Pames 1973) para la generación de nuevas ideas.

En la década de los 70, las investigaciones sobre el proceso de resolución de problemas se orientaron hacia el entrenamiento de los alumnos en el manejo de heurísticos, dándose origen a programas que tenían el objetivo de enseñar patrones de resolución de los problemas a los estudiantes, (Rubenstein 1975, Schoenfeld 1980,1983). Durante la década de los 80, las investigaciones acerca de la resolución de problemas se orien-

taron hacia la combinación de las sesiones de aprendizaje dedicadas a la construcción de conocimientos específicos de un campo de conocimiento y las sesiones dedicadas al desarrollo, en los estudiantes, de las capacidades creadoras y de las aptitudes para la resolución de problemas (Simón 1980, Greeno 1980).

En el campo específico de la didáctica de las ciencias se pueden encontrar cinco líneas de investigación en el campo de la resolución de problemas, estas líneas son las siguientes:

- La resolución de problemas como estrategia para generar cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales:

Esta línea de investigación concibe la resolución de problemas en la enseñanza tradicional, como un proceso operativista, superficial, mecanicista y generador de errores conceptuales, por tanto, se centra en la "creación de condiciones que permitan al profesorado poner en cuestión su tratamiento didáctico de los problemas, y así poder construir un modelo de resolución que implique el enfrentamiento a situaciones que permitan al alumno construir hipótesis, diseñar, ejecutar y analizar experimentos, superando la metodología del sentido común (Gil Pérez y otros 1988), modelo que permitiría el alcance de cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales importantes, tanto por parte del profesor como por parte de los alumnos.

- La organización cognoscitiva del conocimiento y la capacidad para resolver problemas:

Esta línea de investigación se ocupa del cómo las organizaciones cognoscitivas, presentes en cada uno de los individuos, están relacionadas con su desempeño en los procesos de resolución de problemas y, por lo tanto, diseñar y probar las formas más adecuadas de procesar, almacenar y estructurar en la memoria la información, de tal manera que los estudiantes mejoren su capacidad para resolver los problemas (Relf 1983, Kempa 1986, Palacios y López Ruperez 1992).

- Comparación entre individuos expertos y novatos:

Esta línea de investigación busca encontrar mecanismos eficientes para la resolución de problemas mediante el estudio de los procedimientos

tos utilizados por los expertos y los novatos en procesos de resolución de problemas, trata de convertir los procedimientos utilizados por los expertos en técnicas de enseñanza para los novatos, además de reconocer los errores cometidos por estos últimos para darles un adecuado tratamiento didáctico que haga conscientes a los estudiantes de estos errores y les permita suprimirlos como procedimientos erróneos (Salvat 1990, Bransford y Stein 1993, Nickerson y otros 1990, Valenzuela Gonzales 1992).

■ **Diseño de heurísticos para la resolución de problemas**

En esta línea de investigación se implementan los heurísticos como guía a los alumnos en los procesos de resolución de problemas. Se proponen y experimentan herramientas heurísticas adecuadas para que los alumnos puedan llevar a cabo, con mayor eficacia, cada uno de los pasos y procedimientos propuestos en los heurísticos diseñados (Frank y otros 1987, Kean y otros 1988, Mettes y otros 1980, Ryan 1987, Kramers 1982, Genyea 1983, Asieba y Ebguaara 1993, Contreras 1987, Langlois y otros 1995, Nickerson y otros 1990, Morales Aldana 1992)

■ **La creatividad como resolución de problemas**

Esta línea de investigación concibe los procesos de resolución de problemas como procesos en los cuales se requiere mejorar o transformar una situación, para lo que se hace necesario generar ideas creativas, al igual que seleccionar, adoptar, refinar e implementar estas ideas, considerando la creatividad como una forma de resolución de problemas, y al proceso de resolución de problemas como una forma eficiente para desarrollar la creatividad en los estudiantes (Garret 1988,1989, Fobes 1996). En esta línea se encuentra inscrito el modelo didáctico que se pretende proponer.

ACUERDOS DISCURSIVOS: CREATIVIDAD Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En este aparte, se pretende explicar en forma muy breve las conceptualizaciones realizadas acerca de la creatividad y el proceso de resolución de problemas.

Qué es la creatividad

El término creatividad hace su aparición en el diccionario Webster en el año 1933, lo que nos ilustra sobre la novedad del vocablo, a pesar de su origen en los términos creativo y crear que si tienen mayor antigüedad. La palabra creatividad deriva del latín *creare* que significa crear, hacer algo nuevo, algo que antes no existía, es decir, un proceso de encontrar algo nuevo que puede consistir en redescubrir lo que ya había sido mostrado, reorganizar los conocimientos existentes para dar un incremento a dichos conceptos o generar soluciones nuevas a un problema. Hoy se sabe que "cualquier persona puede ser considerada creativa, si es singular en su campo y si produce innovaciones" (Sorin 1992). Esta amplitud del concepto lleva a considerar creativo a todo el que produce algo nuevo y a que este término a veces suplante conceptos como los de eficiencia e inteligencia.

Las definiciones, hasta cierto punto clásicas, de la creatividad, son en este modelo didáctico complementadas con la concepción de la creatividad como proceso que implica una actividad cognitiva permanente, que provee al sujeto de una forma singular de pensar, sentir y actuar, y que, además, le da a su cultura la posibilidad de la trascendencia.

La creatividad como estructura

La creatividad puede ser caracterizada en términos de estructura, es decir, de sus elementos conformadores. La creatividad desde la óptica de su estructura es un conjunto *de* capacidades y disposiciones para que una persona elabore con frecuencia productos creativos. Estas capacidades son las siguientes:

Sensibilidad a los problemas:

La capacidad de ser sensible ante los problemas le permite a los individuos problematizar las cosas y los nexos causales, es decir, presentárselos a sí mismos como problemas y de esta manera proponer soluciones a los mismos. Otros autores definen esta capacidad como receptividad, "no podemos obtener ideas creadoras buscándolas, pero si no somos receptivos a ellas, no acudirán a nosotros .. en otras palabras las ideas creadoras no están bajo nuestro control voluntario, y sin embargo requieren cierta actitud de parte nuestra" (Henle 1962).

Flexibilidad o habilidad de transferencia:

Esta capacidad es definida por Guilford "como la capacidad de cambiar los enfoques a un problema, que hace al individuo ser capaz de resolver una serie de tareas cada una de las cuales exige una estrategia diferente" (Guilford 1950). Otros autores la definen como "la capacidad de ver un problema o situación desde diferentes puntos de vista... utilizando una gran variedad de categorías y que implica... la capacidad de tolerar lo ambiguo, lo contradictorio y lo múltiple " (Aldana de Conde 1996). Según Arieti la flexibilidad consiste en "la capacidad de abandonar viejos modos de pensar y lanzarse por diferentes direcciones, pudiendo ser espontánea o adaptativa según si, el individuo está en disposición natural de producir una gran cantidad de ideas sin que los procesos de pensamiento muestren inercia, o si el individuo tiende a la solución de un problema " (Arieti 1993).

Fluidez de pensamiento o fertilidad de ideas:

La fluidez de pensamiento de acuerdo con Guilford es una capacidad creativa conformada por varios componentes, los tres primeros se relacionan con el lenguaje y son, en su orden, la capacidad para producir palabras con un mismo fonema o a partir de una misma cantidad y tipo de letras, la fluidez para asociar manifestada en la capacidad para encontrar sinónimos, y la fluidez de expresión que consiste en la capacidad para yuxtaponer palabras para conformar estructuras gramaticales, el cuarto componente de la fluidez de pensamiento es la fluidez ideacional que consiste en la capacidad de generar ideas en un tiempo limitado para satisfacer ciertos lineamientos, es decir, ofrecer soluciones a problemas" (Guilford 1959)

Originalidad:

La originalidad implica la capacidad para reunir materiales o conocimientos existentes, para producir elementos nuevos, originalidad es tener ideas y ocurrencias diferentes, "producir preguntas insólitas y asociaciones no convencionales» (Arieti 1993). Para ser original hay que alejarse de las corrientes y paradigmas vigentes, no esperar la aprobación de las mayorías, tener predilección por lo que aún no es pensable, despreocupación por las prohibiciones y los tabúes académicos, pasar por

alto las relaciones usuales y funcionales entre los objetos para relacionarlos y utilizarlos de nuevas maneras, ser capaz de dar nuevos nombres y significados a experiencias o situaciones ya regladas y definidas; esto habilita al sujeto para pensar sobre aquello que los demás no han pensado y elaborar nuevas definiciones.

Capacidad para percibir conexiones no obvias entre los hechos:

Esta capacidad consiste en la recuperación de información distante asociada con el problema para descubrir relaciones entre experiencias antes no relacionadas, relaciones que se manifiestan en forma de nuevos esquemas mentales y que permiten generar nuevos órdenes entre contextos y elementos que regularmente no harían parte de una misma estructura. Esta capacidad ha sido definida como la capacidad de "establecimiento de asociados remotos" (Mednick 1962) ; y explicada como bisociación, es decir como "la conjunción de dos marcos de referencia distintos o contextos asociativos, lógicas, códigos, etologías, universos discursivos, matrices o planos de pensamiento" (Koestler 1964) ; como "mezcla de varios marcos de referencia que provocan múltiples cambios de perspectivas en diferentes escalas que se acoplan" (Gruberl962)

Capacidad de representación:

La capacidad de representación no es sólo propia del proceso creativo si no que se encuentra en la base de todos los procesos de carácter cognitivo, esta capacidad implica el establecimiento por parte del individuo de nuevos modelos de los fenómenos, que esclarezcan y descubran relaciones diferentes entre sus elementos. En el proceso creativo la representación implica "la elaboración de Transformaciones imaginativas de la realidad a través de procesos de imaginación dirigida" (Santa y Alvermann 1994).

La creatividad como proceso

La creatividad también puede ser catalogada como un proceso, es decir, como un conjunto de etapas que se suceden desde antes de la generación de una idea hasta el reconocimiento y elaboración final de la misma. Las etapas que conforman el proceso creativo son las siguientes:

Encuentro con el problema

En esta fase el sujeto hace uso de su pensamiento crítico y su sensibilidad a los problemas, haciéndose consciente de la necesidad de crear, de solucionar un problema o de exteriorizar unas ideas que le estaban preocupando. Esta fase implica la inmersión por parte del individuo en un área del conocimiento o en una situación específica, es decir, un esfuerzo anterior de estudio e involucramiento con el problema durante el cual el sujeto ya ha investigado, leído, discutido, preguntado y explorado suficientemente el campo problémico, ya que esta condición es la que genera en él la inquietud esencial, que se refleja en su búsqueda de nuevas formas de representación de la realidad.

Generación de las ideas

En esta fase, el sujeto juega con sus ideas, dejando al mando a la inspiración y avanza imaginativamente hacia el encuentro de posibles soluciones al problema, para consumir el proceso en la generación de la nueva idea. Esta fase regularmente está libre de controles y juicios de valor, es decir, es lúdica y placentera.

Elaboración de la idea

En esta fase se materializa el proyecto o creación, se recurre al pensamiento lógico, al intelecto y al juicio. Durante esta fase se seleccionan las ideas, se les da cuerpo, se diseñan más claramente sus modelos mentales de soporte y, en fin, se elabora la idea hasta sus últimas consecuencias. En el momento último de esta fase se comprueba la idea, pasándola por las pruebas de la crítica y la experiencia.

Transferencia creativa

Esta última fase del proceso creador implica relacionar la idea nueva con otros saberes y con otros campos problémicos, además darse a conocer ampliamente para que entre en el libre juego de la producción de otras ideas.

¿Qué es un problema?

Un problema puede ser definido desde el grado de dificultad que presente al individuo o desde el camino utilizado para su solución ; desde

el primer criterio, una situación puede convertirse en problema "solamente cuando ha sido reconocido como tal, es decir, cuando corresponden a una duda carente de respuesta" (Garret 1989) a "una situación estimulante para la cual el individuo no tiene respuesta" (Gil y otros 1988) y para la cual "los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla" (Krulik y Rudnick 1980), lo que implica que esta "situación no es familiar para el alumno y presenta la novedad como característica fundamental" (Contreras 1987). Por ello, un problema "está representando lo buscado en una pregunta o grupo de preguntas que generan una tensión en el pensamiento productivo de los individuos y cuya solución requiere de la búsqueda de nuevos conocimientos" (Martinez Llantada 1986).

De otra parte, Garret desarrolla la noción del "umbral de problematicidad" diferente para cada persona y por encima del cual se puede considerar que una situación constituye un verdadero problema para las personas implicadas, argumentando que "cada individuo dependiendo su conocimiento personal, personalidad y de las estrategias o recursos de que disponga, verá una situación dada como un problema o simplemente como un puzzle o rompecabezas que debe armar " (Garret 1989). Aquí Garret se apoya en la diferencia hecha por Khun entre puzzles y verdaderos problemas , (Kuhn 1971) siendo los primeros situaciones que se pueden resolver haciendo uso del conocimiento con que los individuos cuentan en un periodo de ciencia normal y definiéndose a los problemas como situaciones que no pueden ser resueltas con el conocimiento con el cual ya cuenta el individuo.

Un problema, definido desde el camino utilizado para su solución, puede considerarse como una situación en la cual se requiere de el individuo un tratamiento distinto de una mera aplicación rutinaria de fórmulas, es decir, del razonamiento autónomo del individuo para deliberar acerca del problema y para identificar y comprobar hipótesis que lo conduzcan a su resolución, así, un problema definido desde este enfoque es una situación que "requiere que el sujeto analice unos hechos y desarrolle razonadamente una estrategia que le permita obtener unos datos (números o no), procesar estos datos (relacionarlos entre si y con los hechos), interpretarlos y llegar a una conclusión (respuesta), análisis y razonamiento basados en la comprensión del tema o del campo al que

pertenece la situación" (Siguenza y Sáez 1990). Por ello, un verdadero problema no podrá ser resuelto solamente mediante el recuerdo o reconocimiento de un algoritmo. Otras visiones, como la de la teoría del procesamiento de la información, conciben un problema desde la diferencia entre el estado inicial del problema definido por sus condiciones iniciales y el estado final del problema, es decir, el resultado mismo del problema. Por ello, para esta teoría, un problema existe "siempre que la situación actual es diferente de una situación o meta deseada ... y ... resolver el problema comporta pasar de una situación a otra" (Bransford y Stein 1993).

En el modelo didáctico que se propone, un problema se define como una oportunidad de poner en juego los esquemas de conocimiento, que exige una solución que aún no se tiene y que presenta un grupo de factores o variables entre los cuales se deben hallar interrelaciones expresas y tácitas, esta búsqueda implica la reflexión cualitativa, el cuestionamiento de las propias ideas, la construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales, en suma, la elaboración de nuevas explicaciones que constituyen la solución al problema. De acuerdo con lo anterior, la solución a un problema significa reorganización cognitiva, vinculación personal con una situación problemática y construcción significativa de conocimientos, al igual que el desarrollo de nuevos conceptos y relaciones, desarrollo actitudinal positivo y desarrollo de las capacidades creativas.

Un ejercicio no es un problema:

Los docentes y los estudiantes confunden los ejercicios con los problemas, asignándoles a los primeros categoría de problemas, y utilizándolos para que los estudiantes puedan "aplicar" las formalizaciones elaboradas a partir de los conceptos y principios que se encuentran en las teorías científicas; esta confusión se debe a que los docentes no reconocen las características del problema desde su nivel de dificultad dado por el desconocimiento de la solución y desde los procedimientos utilizados para su resolución, características que no están presentes en un ejercicio. Pomés Ruiz, consciente de esta confusión afirma que "La diferencia esencial entre ejercicios y problemas, está en la exigencia de estos últimos del aporte por parte del sujeto de algo nuevo, desconocido hasta entonces" (Pomés Ruiz 1991). De otra parte, aunque es importante reconocer que

los ejercicios son herramientas útiles para que los alumnos automaticen grupos de rutinas y procedimientos, asimilen determinados algoritmos por la aplicación mecánica de los mismos o simplemente memoricen las formalizaciones por medio de transposiciones simples desde un grupo de datos y condiciones físicas hasta la expresión de las mismas en una fórmula que representa las relaciones existentes entre ellos; también es crucial entender que realizar ejercicios solamente requiere que los alumnos hagan uso de la memorización, selección y la aplicación de un grupo de fórmulas, algoritmos o patrones de resolución.

¿Qué es resolver problemas?

Algunos autores señalan que el término "resolver problemas" no debería ser utilizado puesto que hace énfasis "en obtener una solución, y las soluciones no siempre son posibles, ... y que tal vez, un término más adecuado sea enfrentarse a problemas" (Garret 1988). Pero ya sea que se utilice el primero o el segundo de los términos, siempre el camino seguido por el individuo para encontrar la solución del problema y la solución misma constituyen una unidad.

El proceso de resolver problemas puede ser explicado desde tres puntos de vista: Según el objetivo que se le asigne a la resolución de los problemas, según los procesos cognitivos involucrados o de acuerdo con las particularidades mismas del proceso de resolución de problemas. Según el objetivo de la resolución, resolver problemas puede ser definido como "un eufemismo para pensar, y los estudiantes necesitan practicar para volverse pensadores efectivos" (Pestel 1988), considerando de esta forma el ámbito didáctico "como una actividad de aprendizaje, compleja, que incluye el pensar..., y que, además,... puede ser descrita como un proceso creativo, ya que solucionar problemas es pensar creativamente ...y ... hallar una solución a un problema, es un acto productivo" (Garret 1989).

Según los procesos cognitivos y las capacidades cognitivas involucrados, la resolución de problemas incluye "los procesos de conducta y pensamiento dirigidos hacia la ejecución de una tarea intelectualmente exigente" (Nickerson y otros 1990). Por esto, "se define como el rango total de procedimientos y actividades cognitivas que realiza el

individuo, desde el reconocimiento del problema hasta la solución del mismo ... siendo ... la solución del problema el último acto de esta serie de procedimientos cognitivos" (Garret 1989); tales como identificar, comparar, clasificar, resumir, representar, relacionar variables y elaborar conclusiones que requieren de el uso de las mas altas capacidades cognitivas de análisis, síntesis, evaluación y creatividad.

Según las particularidades del proceso, la resolución de problemas puede ser definida como "un proceso que utiliza el conocimiento de una disciplina y las técnicas y habilidades de esa disciplina para salvar el espacio existente entre el problema y su solución" (Frazer 1982) esta implica "la transformación de un estado inicial en el cual los alumnos no puede hacer ciertas cosas en un estado final para que puedan hacer estas cosas" (Relf 1983), transformación en la cual el individuo "procesa la información en el cerebro con el concurso de varias funciones de su memoria" (Kempa 1986). Según este modelo, el estudiante lee el problema y lo interpreta en términos de tareas que se solicitan e ideas fundamentales que se requieren, selecciona los métodos, estrategias y hechos que puede conducirle a la solución y, finalmente, resuelve el problema"

FORMULACIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO BASADO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS PARA EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

El modelo didáctico, en el cual se operativizan los marcos conceptuales ya discutidos, contempla cuatro elementos básicos, a saber, la selección de situaciones problémicas con carácter creativo, el diseño de un heurístico general que sirva de guía a los estudiantes cuando estos acometan los proceso de resolución de los problemas , la utilización de herramientas de autodirección y control didáctico y, finalmente, el diseño de ambientes creativos para el trabajo en el aula.

Selección y diseño de situaciones problémicas creativas:

El diseño de las situaciones problema con carácter creativo deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Cada situación problema debe referirse a la construcción de un concepto perteneciente a la estructura teórica a estudiar durante el periodo académico.
- Debe diseñarse un buen número de situaciones problema de tipo creativo, todas ellas referidas a la construcción de la misma unidad conceptual para que el alumno pueda escoger, es decir, seleccionar la situación problema que en ese grupo de situaciones le interesa resolver.
- Conforme se avanza en la construcción de las unidades conceptuales y, por tanto, en la realización de diversos procesos de resolución de problemas, pueden diseñarse problemas creativos que incluyan unidades conceptuales ya construidas por los alumnos en proceso de resolución anterior y que sean necesarias para la construcción de la nueva unidad conceptual aún no aprendida por el estudiante.
- La situación problema de tipo creativo siempre debe estar contextualizada, es decir, debe estar relacionada con un campo de significado que le permita al alumno darle un sentido a la misma. El diseño de problemas contextualizados dentro de un campo de significado y, por ende, con sentido para los alumnos, hace que estos sean interesantes para ellos y contribuye a crearles motivaciones de aprendizaje.
- Para diseñar problemas creativos con significado para los alumnos, se pueden utilizar situaciones relacionadas con la génesis del concepto a enseñar, es decir, con los problemas dentro de la historia de las ciencias relacionados con el concepto, con los desarrollos técnicos o tecnológicos en los cuales esté implicada la unidad conceptual a enseñar, con los fenómenos naturales para cuya explicación sea necesario utilizar la unidad conceptual a estudiar, al igual que con las diversas situaciones de la vida diaria en cuya explicación esté implicado el concepto a construir. También, se le puede dar sentido a las situaciones problema relacionándolas con casos hipotéticos pertenecientes a la ciencia ficción o a problemas técnicos o ambientales que pueden suceder pero que aún no han sucedido. Por último, las costumbres, los hábitos y los implementos técnicos utilizados por cada una de las sociedades e, inclusive, las pertenecientes al saber popular o a las tradi-

ciones culturales de los pueblos, pueden convertirse en elementos contextuales para el diseño de situaciones problemáticas de carácter creativo que persigan la construcción del conocimiento científico por parte del alumno.

- La redacción de la situación problema creativa puede incluir el componente lúdico, imaginativo o literario, lo que da sentido a la situación problema y ofreciendo un espacio propio en la mente del alumno que la relaciona con el componente afectivo de su actitud hacia el conocimiento científico.

Diseño de un heurístico general para el proceso de resolución de problemas:

El diseño de un heurístico implica la construcción y presentación de un método general cuyo objetivo es conducir al alumno en el proceso de la resolución de problema y ofrecer de esta manera, probabilidades razonables de resolución. Un heurístico general está compuesto por procesos problemáticos secuenciales que se dan en el acometimiento del mismo y estos, a su vez, son llevados a cabo con la ayuda de las herramientas heurísticas que son instrumentos técnicos para facilitar la resolución del problema a través de las transformaciones de sus entidades en otras. El heurístico general diseñado para el modelo didáctico es el siguiente:

| PROCESO PROBLÉMICO | HERRAMIENTAS HEURÍSTICAS |
|---|--|
| <p>Formación del interés cognoscitivo.</p> <p>Objetivo: Dar propósitos e intenciones al sistema cognitivo de acuerdo con la subjetividad de los estados mentales, creando motivos de aprendizaje y disposición emocional para resolverlos</p> | <p>Contextualización del problema en: medio ambiente, vida diaria, funcionamiento de las cosas, fenómenos naturales, historia de la disciplina, aplicaciones prácticas.</p> <p>Presentación en diferentes formas de los problemas.</p> <p>Selección del problema que se quiere resolver dentro de un grupo de situaciones.</p> |
| <p>Reconocimiento de Patrones propios de resolución.</p> <p>Objetivo: Toma de conciencia de los heurísticos personales, carencias o fallas de estos.</p> | <p>Escritura del heurístico personal.</p> <p>Elaboración de un manual de instrucciones para resolver problemas.</p> <p>Calificación y discusión del manual elaborado.</p> |

■ ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

| PROCESO PROBLÉMICO | HERRAMIENTAS HEURÍSTICAS |
|---|---|
| <p>Reconocimiento del problema. Objetivo: Toma de consciencia sobre lo desconocido, sobre lo que debe ser buscado</p> | <p>Identificación de lo conocido y lo desconocido. Elaboración de interrogantes sobre el problema. Búsqueda de nuevos puntos de vista y soluciones a problemas ya resueltos. Elaboración de anticipaciones con base en la permanencia o cambio de condiciones físicas, temporales y/o espaciales, o de las magnitudes</p> |
| <p>Planteamiento cualitativo y representación del problema Objetivo: Darle una forma inteligible al problema, reestructurándolo cognitivamente</p> | <p>Representación del problema: iconica: Gráficas, imágenes, diagramas, bocetos, planos, mapas, o maquetas. Simbólica: tablas, fórmulas y ecuaciones. Determinación de la información explícita, e implícita o externa. Determinación de factores involucrados, selección de información relevante.</p> |
| <p>Formulación del problema Objetivo: Crear un espacio interno para el problema en la mente del alumno, estableciendo relaciones entre el problema y su conocimiento personal.</p> | <p>Reconsideración de los elementos, las formas de representación de datos, eliminación de datos. Reconocimiento de variables relacionadas y las formas de relación. Determinación de las condiciones impuestas por el problema, y los límites a la transformación de las magnitudes o a la aplicación de ciertos procedimientos. Utilización de patrones de solución de problemas similares ya resueltos con transferencia de procedimientos. Análisis por subobjetivos, simplificando el problema, en subproblemas para resolución secuencial.</p> |
| <p>Formulación de hipótesis Objetivo: proveer desde una óptica cualitativa cuales son las posibles soluciones al problema y determinar que es lo que debe considerarse como dato necesario para la resolución</p> | <p>Establecimiento de analogías entre las relaciones implicadas en el problema y otras situaciones en contextos diferentes. Comparación de condiciones iniciales y finales del problema y proposición de instrumentos para hacer similares los dos estados. Establecimiento de dependencias causales entre los elementos del problema. Elaboración de cadenas de asociación, juicios y deducción a partir del estado inicial del problema. Formulación de múltiples formas de resolver el problema, y selección de ideas para su aplicación práctica.</p> |

| PROCESO PROBLÉMICO | HERRAMIENTAS HEURÍSTICAS |
|---|--|
| <p>Diseño de estrategias de resolución</p> <p>Objetivo: Elaboración de un procedimiento o un serie de procedimientos, es decir, un sistema de operaciones coordinadas en un protocolo para resolver el problema, que pueden ser de tipo práctico (experimentos y medidas), matemático (linealización, formalización), o teórico (Modelización, Experimento mental).</p> | <p>Interrogación Gnoseológica: Preguntas sobre el estado inicial del problema: ¿Qué condiciones presenta el problema? ¿Qué información poseo sobre el problema? ; sobre conocimientos y procedimientos requeridos: ¿Qué nueva información necesito? ¿cómo puedo encontrar lo que necesito? ¿cómo saber cuando he resuelto el problema? ¿Qué hacer para ? que objetos pueden utilizarse? ¿se puede recurrir a ? ¿qué puede asegurar el resultado y las condiciones óptimas en el experimento?.</p> <p>Planeamiento ejecutivo de decisiones principales basado en la representación cualitativa de los aspectos clave del problema.</p> <p>Generación aerífica de ideas y selección posterior de las más adecuadas para el diseño de la estrategia de resolución.</p> <p>Búsqueda de patrones análogos en problemas similares al problema a resolver, por su enunciado, datos, formas de resolución o tipo de respuesta para transferir los patrones de resolución.</p> <p>Replanteamiento distinto, nuevo o original del problema; cambiando la notación, considerando argumentos de resolución elaborados con contradicciones y contraejemplos.</p> <p>Establecimiento de subobjetivos: resolviendo el problema por partes de acuerdo al plan ejecutivo.</p> <p>Simplificación y reducción de problemas complejos por eliminación de variables, reconversión a versiones simplificadas (solo las características centrales); o abstractas para transferir luego el patrón de resolución al problema real; concentración en una situación concreta más sencilla, construcción de modelos y simulaciones a escala.</p> <p>Razonamiento inverso desde el estado final y hacia el estado inicial.</p> <p>Modificación transformación, reemplazos, recombinaciones, adiciones o sustracción de información del enunciado del problema, referida a sus variables y condiciones, o incluyendo diferentes formas y equivalencia para tratar la información</p> |

■ ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

| PROCESO PROBLÉMICO | HERRAMIENTAS HEURÍSTICAS |
|---|---|
| <p>Solución de la situación problemática Objetivo: Cumplir con los pasos en el plan de acción y enfrentar las dificultades de la resolución.</p> | <p>Resolución fundamentada: explicando cada uno de los procedimientos utilizados en ella. Verbalización del procedimiento anotando y comunicando cada paso seguido construyendo una memoria externa sobre la resolución. Inventario de dificultades anotando y comunicando las dificultades, analizando causas para no volver a repetir los mismos errores. Verificación de cada paso y detección de errores en el cálculo o incompletitud en su realización. Selección de procedimientos exitosos, para solucionar otros problemas.</p> |
| <p>Monitoreo en la resolución del problema Objetivo: Regular la calidad de los procesos llevados a cabo en la resolución y de las soluciones dadas al problema, tomando conciencia de los procedimientos realizados y de las posibles fallas presentadas.</p> | <p>Listado de interrogación: Sobre la respuesta: ¿es razonable el valor?, ¿cuadra con las estimaciones y predicciones razonables? ¿puede obtenerse de un modo diferente?, ¿puede compararse y reducirse a resultados conocidos?, ¿puede ser utilizada para producir algo que se conozca? Sobre el procedimiento: ¿utiliza todos los datos pertinentes?, ¿tiene en cuenta el análisis de dimensiones y escalas? Verificación de implicaciones de la solución en otros contextos. Análisis de logros, de cuanto se obtuvo al resolver el problema y comparación con las perspectivas iniciales.</p> |
| <p>Elaboración de nuevos problemas. Objetivo: Reconocer los elementos y las relaciones implicadas dentro de un problema, al igual que las necesidades conceptuales y los procesos necesarios para su resolución desde la óptica del diseñador, lo que implica la comprensión total del proceso de elaboración y resolución de problemas. Consideración de perspectivas y preguntas abiertas por el problema resuelto.</p> | <p>Abordaje del mismo problema en un nivel de mayor complejidad. Consideración de las implicaciones teóricas o prácticas de la respuesta del problema. Reelaboración de problemas resueltos en otros contextos y condiciones iniciales.</p> |

La construcción de ambientes creativos en el aula:

La construcción de ambientes creativos en el aula tiene dos elementos fundamentales: el establecimiento de un enfoque curricular basado en la ambientalización que asegure la máxima interacción entre el sujeto que aprende y el mundo, ya que como afirmaba Ernest G Schachtel *"los nuevos modos de la persona creadora son el resultado de que está abierta al mundo ... la principal motivación que está en la raíz de la experiencia creadora es la necesidad del hombre de relacionarse con el mundo que lo rodea"* (Schachtel 1970); y el segundo elemento está constituido por el conjunto de condiciones materiales adecuadas, que posibiliten el desarrollo de los procesos creativos por parte de los alumnos.

El enfoque de ambientalización del currículo:

Para los individuos que se encuentran al interior de las sociedades de consumo los objetos y los discursos se hacen progresivamente extraños y lejanos, sin darse cuenta que muchas de sus realidades son realizaciones humanas y, por tanto, están íntimamente ligadas a ellos como parte de su cultura. Este proceso denominado reificación, les impide hacer parte activa de la misma cultura y los empuja, poco a poco, a separarse de su ambiente natural y sociocultural, reificando incluso su propio yo frente a sus congéneres, lo que provoca la degeneración de los procesos de socialización e interacción comunitaria de incalculables consecuencias para las sociedades modernas. Por tanto, el diseño de enfoques curriculares que permitan el reencuentro del individuo con su entorno y con los demás en pro de deshacer los daños producidos por los procesos de reificación e implementar condiciones propicias para el desarrollo de la creatividad, se convierte en una necesidad prioritaria.

El enfoque de ambientalización del currículo entiende el ambiente como medio en el cual se desarrolla la vida humana, así este último no puede ser reducido al componente natural, y la ambientalización convertirse en la implementación de unidades temáticas definidas acerca de la ecología dentro de los programas académicos en áreas específicas del conocimiento, olvidando las objetivaciones técnicas, tecnológicas, sociales y, en general, culturales con las que conviven a diario los individuos. Es cierto que se han realizado algunos intentos de introducir lo que se ha llamado las relaciones ciencia - técnica - sociedad en los proce-

tos de enseñanza-aprendizaje de los conceptos científicos, pero es importante aclarar que en estos intentos aún se consideran estos aspectos como elementos finales del proceso y no como elementos sustentadores de una didáctica. De acuerdo con lo anterior, el enfoque de ambientalización del curriculum requiere que los docentes lleven al aula situaciones problemáticas contextualizadas y estrechamente relacionadas con la cotidianidad de los sujetos que aprenden, cotidianidad conformada por los objetos, discursos y fenómenos que entran en interacción con ellos.

Las condiciones para el trabajo creativo en el aula:

Las condiciones adecuadas para que se lleve a cabo un trabajo creativo en el aula, exigen nuevas formas de interacción entre los sujetos que se encuentran en la misma, nuevos tipos de organización del trabajo y de los espacios en los cuales este se realiza. Por esto, para que el trabajo realizado en el aula sea creativo deben cumplirse tres condiciones: comunicacionales, organizacionales y espacio - temporales, condiciones que en su conjunto conforman una atmósfera creativa que puede dar lugar a un encuentro humano pedagógico, denominado clase creativa.

Condiciones comunicacionales de la clase creativa:

El establecimiento de las condiciones comunicacionales del aula creativa, pretende eliminar la atmósfera represiva, el ambiente competitivo, la dictadura de la opinión y el prejuicio que todo acto creativo debe inicialmente ser estrictamente lógico. Se potencia, en cambio, los conversatorios, las relaciones horizontales de poder en el aula y los procesos participativos, imaginativos y vinculativos de los alumnos. Estas condiciones comunicacionales pretenden sensibilizar la percepción de los estudiantes a través del ejercicio de la fantasía, la ficción, la utopía y la imaginación; se busca mantener abierta la expresión de las ideas de los estudiantes, el apoyo a las iniciativas del conocimiento de los estudiantes sin importar salirse del tema y la posibilidad explícita del ejercicio por parte de los alumnos de procesos de autoevaluación.

Condiciones organizacionales de la clase creativa:

El establecimiento de condiciones organizacionales para la clase creativa persigue mejorar la calidad de las interacciones entre los indivi-

dúos al interior del aula y eliminar las dicotomías entre lo lúdico y el trabajo académico. Las condiciones organizacionales de la clase creativa buscan la conformación de equipos de trabajo y no grupos. Con el fin de dar identidad a sus miembros y compromiso con el colectivo de clase, los equipos pueden ser identificados con un símbolo que constituya la marca "original" de todo lo que el equipo expresa o hace, estructurados en forma diversa y propicios para el disenso en las opiniones, con roles, compromisos y tareas para cada uno de sus integrantes. El segundo elemento de las condiciones organizacionales del aula creativa es la posibilidad de hacer trabajos independientes por parte de cada uno de los equipos, pero también la de poder socializar sus logros e ideas con los demás equipos de trabajo.

Condiciones espacio - temporales de la clase creativa:

El establecimiento de condiciones espacio - temporales para la clase creativa persigue eliminar las atmósferas represivas, el acometimiento de tareas repetitivas y la dicotomía entre el arte y la ciencia. Las condiciones espacio temporales para la clase creativa están constituidas por el establecimiento, por parte de los estudiantes de un inventario de los recursos con los cuales se puede contar para acometer la resolución creativa de los problemas propuestos, la implementación de lugares específicos para almacenar los recursos y materiales, para reunirse a trabajar con autonomía e independencia, la realización de las actividades de la clase fuera de las paredes del aula, y la conversión del aula y sus muros en una galería, es decir, en sitios para la expresión de las inquietudes, dudas y resultados surgidos desde los procesos de resolución creativa de problemas llevados a cabo por los estudiantes.

Utilización de herramientas metacognitivas de autodirección y control

Las herramientas metacognitivas para la autodirección y el control formuladas en este modelo son dos: las cartas para la resolución de problemas y los cuadernos de trabajo. Las cartas de resolución de problemas son guías de trabajo que orientan al estudiante durante el proceso de resolución del problema, en estas cartas están contempladas cada uno de los procesos problémicos a desarrollar y las herramientas heurísticas

sugeridas para llevar a cabo cada uno de ellos. Estas cartas para la resolución de problemas pueden ser de dos tipos, cualitativas o cuantitativas dependiendo de la naturaleza del problema que se intente resolver. La segunda herramienta metacognitiva es la sistematización escrita en cuadernos de trabajo, esta herramienta le permite a los estudiantes la retroalimentación sobre los procesos y actos cognitivos que han llevado a cabo durante la resolución de problemas. En estos cuadernos los estudiantes pueden consignar las respuestas iniciales y finales que se dieron a los interrogantes planteados por el problema, los pasos, algoritmos y cálculos realizados, al igual que propuestas de corrección, los pasos del heurístico descuidados o no realizados, y los procedimientos y estrategias que se pensaron usar pero no fueron utilizadas, al igual que recoger una reflexión global sobre aspectos de mayor interés en el tratamiento de la situación problema y sobre lo que su resolución aportó en lo metodológico y en lo conceptual.

CONSIDERACIONES FINALES

Para finalizar es importante señalar que en estos momentos existe la necesidad de formular modelos didácticos alternativos que permitan a los estudiantes desarrollar sus capacidades para producir nuevos conocimientos y para acceder, interpretar y utilizar fácilmente las nuevas informaciones que constantemente se producen en cada una de las áreas del conocimiento, es decir, para ser independientes cognoscitivamente; modelos en los cuales la creatividad y los procesos de resolución de problemas deben ser los elementos sustentadores, modelos que deberán tener en cuenta el momento histórico que orienta las investigaciones hacia la articulación a la enseñanza de las disciplinas específicas, de los heurísticos para resolver problemas y de los procesos para el desarrollo de la creatividad.

BIBLIOGRAFÍA

Aldana de Conde G. *La travesía creativa*. Ediciones creatividad e innovaciones, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 1996. Pgs. 325.

Arieti, S. *La Creatividad. La Síntesis Mágica*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 1993. Pgs. 394.

Asieba, F. O., Egbugara., O. U. Evaluation of secondary pupils chemical problem-solving skills using a problem-solving model. *Journal of Chemical Education*. Vol. 70, No 1, January 1993; p.38, 39.

Bachelard G. *La formación del espíritu científico*, editorial siglo XXI, México, 1987, pgs.301.

Bloom, B. S Y Broder, L. J. *Problem solving process of collage students*, Chicago University Press, Chicago USA, 1950; pgs. 67.

Bransford J. D., Stein B..S. 1993 Solución Ideal de Problemas. Editorial Labor S.A. New York. United States . pgs., 1 - 11, 13 - 38.

Casey, B. M., Tucker, E. 1994. Problem - Centered Classrooms : Creating lifelong learners. *Children and Thinking*. (October); pgs. 139 - 143.

Contreras, L. C. La resolución de problemas, ¿una panacea metodológica? *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5, No. 1 1987; p. 49 - 52.

David V. F., Claire A. B., y J. Dudley H. Should Students Always Use Algorithms To Solve Problems?, 1987, 64 (6), pgs. 514 - 515.

Fobes, R. *Creative Problem-solving*, The Futurist, January-february 1996, pgs. 19 - 22.

Frank, D. V., Baker, C. A. y Herrón, J. D. Should student always use algorithms to solve problems? *Journal of Chemical Education* Vol 64 , número 6, 1987 pag 514.

Frazer M.J., Solving chemical problems, *Chemical Society Review*, 11 (2), pp. 171 - 190.

Fromm, E. *Psicoanálisis de la sociedad contemporánea*. Fondo de cultura económica. México, México, 1992.

Gascón Pérez, J., El aprendizaje de la resolución de problemas de planteo algebraico. *Enseñanza de las Ciencias*. 1985., pp. 18 - 27.

Garret, R. M. 1988. Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 6, No. 3; pgs. 224-230.

Garret, R. M. 1989. Resolución de problemas, creatividad y originalidad. *Revista Chilena de Educación Química*. Vol. 14, No. 1-2. Octubre; pgs. 21 - 28.

Genyca J., Improving studens"problem - solving skills; a methodical approach for a preparatory chemistry course. *Journal of Chemical Education*, Vol 60, No 5, 1983; pp. 478 - 482.

Gil Pérez, D. Martínez Torregrosa, J y Senent Pérez, F. 1988. Investigación y experiencias didácticas: El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. Enseñanza de las Ciencias. Vol. 6, No. 2; pgs. 131 - 146.

Gil D., Dumas A., Caillot M., Martínez Torregrosa j., y Ramirez,. La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación, en Investigación en la Escuela, Volumen 6,1988. pp 3 -19.

Greeno J.G. 1980. Trends in the theory of Knowledge for Problem Solving. En Problem Solving an Education: Issues in Teaching and Reseach. Hillsdale. Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey. U.S.A.. pgs. 9 -23.

Green, M. E. y Garland, D. A. Classroom Experience: Using Estimated Answers in Solving Chemistry Problems. En : Journal of Chemical Education. Vol. 67, No. 3 (1990); p. 898

Gruber, H.E., Terrell G., Wertheimer M., contemporary approaches to creative thinking, Atherton Press, New york 1962.

Guilford J.P. "Creativity" American Pscyologist, No 4, Pgs 444 -454. 1950

----- "Traits of creativity " en Anderson H.H. Creativity and its cultivation, pgs 142 - 161. New York. Harper and Row

Henle, M. "The birth and death of ideas" en Gruber H.E, y otros. Contemporary approaches to creative thinking. New York. Atherton Press.

Kean, E., Hurt Middlecamp, C. and Scott, D. L.. Teaching students to use algorithms for solving generic and harder problems in general chemistry. Journal of Chemical Education. Vol. 65. No. 11. November 1988; p.987-990.

Kempa, R. F. 1986. Investigación y experiencias didácticas: resolución de problemas de química y estructura cognitiva. Enseñanza de las Ciencias. Vol. 4, No. 2; pp. 99-100.

Koestler A., The act of creation, Macmillan, New York 1964.

Keeva S. *Opening theminds eye*. Aba Journal, June 1996, pgs. 48 a 56.

Kramers H, País. J., Lambreche P, J. Wolf., Recurrent difficulties: solving quantitative problems. Journal of Chemical Education. Vol 59 No 6 junio 1982., pp . 509 - 513.

Krulik, S y Rudnick, K. Problem solving in school mathematics. National council of techers of Matematics, Year Book. Reston - Virginia.

Kuhn T. S. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de cultura económica. México. 1971.

Langlois, F., Grea, J y Viard, J., Influencia de la formulación del enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol 13, No 2, 1995; pp 179 - 191.

López B., Costa N. *Modelo de enseñanza aprendizaje centrado en resolución de problemas, fundamentación, presentación e implicaciones educativas*. Enseñanza de las ciencias, Barcelona, volumen 14, número 1, 1996, pgs. 45-61.

Madure, Stuart, Davies, Peter. *Aprender a Pensar, Pensar en Aprender*. Editorial Gedisa. Barcelona, 1994. Pgs. 286.

Majimutov, M.I. *La enseñanza problémica*, Editorial Pueblo y Educación, Ministerio de Educación, La Habana, 1983, pgs. 349.

Martínez Llantada M., *Categorías principios y métodos de la enseñanza problémica*. Editorial Pueblo y Educación, ciudad de la Habana. 1986, pp 9. 1986.

Morales Aldana, L. *Inteligencia artificial y resolución de problemas*. Educación Matemática. Vol. 4, No. 3 Diciembre 1992; p. 9 - 18.

Mednick, S.A. The associative bases of the creative process. *Psychological Review*. No 69. Pp 220 - 232. 1962.

Mettes. A Pilot. H.J. Rosnick. H. Kramers País. Teaching and learning problem solving in science. *Journal of Chemical Education*. Vol 57, No 12 (December 1980). pgs. 882 - 885.

Ryan, J. N., The name2s the game mi problem solving. *Journal of Chemical Education*. Vol 64 No 6. Junio 1987)

Nickerson, R. S, Perkins D. N, Smith. E. E. *Enseñar a Pensar, aspectos de la aptitud intelectual*, Ediciones Paidós Ibérica S.A, Barcelona, 1990, pgs. 85 -135, 432.

Palacios C, López Rupéres F., 1992. Resolución de problemas de química, mapas conceptuales y estilo cognoscitivo. *Revista de Educación*. Número. Pgs 293 - 314.

Parnés S. 1973. Puede Incrementarse la Creatividad? En *Estrategias para la Creatividad*.. Editorial Paidós. Buenos Aires.

Pestel B.C More sample problems with step by steps solutions? take them away!. *Journal of Chemical Education*. (1988); p. 444.

Pomés Ruiz, J. 1991. La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano.. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 9, No. 1; pgs. 78-82

Relf F. 1983. How can chemists teach problem solving?: suggestions derived from studies el cognitive process. Journal of Chemical Education. Vol. 60, No. 11; pgs. 948 - 953.

Rubenstein M.F. Patterns of Problem Solving. Prentice Hall. Newyork. U.S.A. 1975.

Salvat, B. G. 1990. Investigación y experiencias: La enseñanza de estrategias de resolución de problemas mal estructurados. Revista de Educación. Madrid. No. 293 (Septiembre - Octubre,); p. 415 -433.

Santa, C. M y Alvermann, D. Una Didáctica de las Ciencias: Procesos y Aplicaciones, Editorial Aique, Buenos Aires, 1994, Pgs. 313

Simón H.A. 1980. Problem Solving and Education. en Problem Solving an Education: Issues in Teaching and Reseach. Hillsdale. Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey. U.S.A. pgs. 81 - 96.

Schachtel, E. G., 1970, "The development of focal attention and the emergence of reality". Psychiatry, 17: 309.

Schoenfeld A. H. 1980Teaching problem solving skills. En American Mathematical Monthly. No 87 , Volumen 10 , pgs 794 - 805.

Schoenfeld A. 1983.H. Theoretical and pragmatic issues in the design of mathematical problem solving Instruction. Texto presentado en el congreso anual de 1983 de la American Educational Reseach asociation . Montreal abril

Schwartz, D.M. *Everyone's a winner when it comes to sports /o the brain*, GPO system, Sin datos de lugar y fecha de edición, pgs. 87 - 92.

Siguenza, A. F Y Sáez, M. J., Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología.Enseñanza de las Ciencias .Barcelona, 1990 8, (3), pp223 - 230.

Sorin, Mélica. Creatividad. ¿Cómo, por qué, para qué?. Editorial Labor S. A. Barcelona, 1992. Pgs. 191.

Torrance E. El cultivo del talento creador. En Estrategias para la creatividad. Editorial Paidos. Buenos Aires, 1975.

Torrance E.P y Myers R.E. La enseñanza Creativa. Editorial Santillana. Madrid . 1976

Valenzuela González R. Resolución de problemas matemáticos: un enfoque psicológico. Educación Matemática. Vol. 4, No. 3 Diciembre 1992; p. 19 - 29.

Wilches Chaux G. El universo sostenible. Revista debates . Universidad de Antioquia. No 20. Medellín. 1997.

