

LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

The measurement of problems resolution capacity in the experimental sciences

José Joaquín García García¹ · Edilma Renteria Rodriguez²

Resumen: Este trabajo presenta un estudio, sobre el diseño de una prueba para medir la capacidad de resolución de problemas utilizando la técnica de análisis factorial. La prueba presentó un alfa de Cronbach (α) de 0,76 y 16 preguntas distribuidas en 7 factores ordenados de acuerdo al porcentaje en el cual explicaban la varianza de la capacidad: predicción y transferencia, capacidad de síntesis, lectura crítica del enunciado, análisis, interpretación de información, comprensión metacognitiva de enunciados y procesos, delimitación del problema. Así, la resolución de problemas es una capacidad que está más relacionada con factores de carácter estructural y global, como la selección de soluciones e hipótesis más adecuadas y la representación misma del problema, y en menor medida con aspectos estratégicos de delimitación, precisión y planeación, tal vez por la usual ausencia de dichos aspectos en las aulas de clase.

Palabras clave: Capacidad cognitiva. Resolución de problemas. Análisis factorial.

Abstract: This paper presents a study about the design of a test to measure solving problem capacities using the technique of factorial analysis. The instrument yielded a Cronbach's alpha (α) of 0.76, and 16 items distributed in 7 factors ordered according to the percentage which explained the variance in this capacity: prediction and transfer, synthesis, critical description of phrases, analysis, meta-cognitive understanding of information of phrases and processes, limitation problem. So, problem solving is a skill that is more related to structural and global factors, as the selection of appropriate solutions and hypotheses and representation of the problem, and a lesser extent with strategic issues of delimitation, precision and planning, both by the usual absence of these issues in the classroom.

Keywords: Cognition. Solving problems. Factorial analysis.

^{1,2} Departamento de la Enseñanza de las Ciencias y las Artes, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. Ciudad Universitaria, Calle 67#53, 108 Bloque 9, oficina 435-A. Medellín, Antioquia, Colombia.
yocolombiano@yahoo.com.mx

Introducción

En este trabajo en primer lugar, se presentan unas breves aclaraciones sobre la naturaleza de los problemas, el proceso de su resolución, las habilidades necesarias para resolverlos y, sobre su papel en la educación científica. En segundo lugar, se explica el proceso mediante el cual se construyó y validó una prueba para medir la capacidad de resolución de problemas en estudiantes de secundaria. En tercer lugar, se exponen los factores e indicadores que finalmente conformaron la prueba construida. Por último, en este artículo se ofrece un análisis de dichos resultados a través de inferencias para explicar el porqué de la preponderancia de algunos de los factores y de la menor importancia de otros, como estructuradores de la capacidad para resolver problemas.

La naturaleza de los problemas

Un problema es una situación enfrentada por un individuo o un grupo... que presenta una oportunidad de poner en juego los esquemas de conocimiento, exige una solución que aún no se tiene para la cual no se conocen medios o caminos evidentes y en la que se deben hallar interrelaciones expresas y tacitas entre un grupo de factores o variables, lo que implica la reflexión cualitativa, el cuestionamiento de las propias ideas, la construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales, es decir... la elaboración de nuevas explicaciones que constituyen la solución al problema... que significa reorganización cognitiva, involucramiento personal... y desarrollo de nuevos conceptos y relaciones generando motivación e interés cognitivo. (GARCÍA, 2003, p. 50)

Para lograr el objetivo de resolver un problema se realizan acciones concientes e intelectualmente exigentes desde el reconocimiento del problema hasta su solución (ARIAS, CARDENAS, ESTUPIÑAN, 2005). Además, se hace uso de conocimientos conceptuales (específicos del tema investigado) y procedimentales de la ciencia (acotar el problema, formular hipótesis, diseñar y contrastar hipótesis a través de experimentos). Igualmente, en dicha resolución se usan procesos cognitivos (identificar, comparar, clasificar, resumir, representar, relacionar variables, establecer analogías, elaborar conclusiones) y procesos metacognitivos (planear, evaluar, retroalimentar, diseñar) que a su vez requieren de las capacidades cognitivas de análisis, síntesis, evaluación, razonamiento combinatorio y creatividad (GARCÍA, 2003), y de las capacidades metacognitivas de monitoreo, control, regulación, auto regulación y evaluación, activando la mente e involucrándola en la práctica de la ciencia (REIGOSA; JIMÉNEZ, 2000; HODSON, 1993, 1999; GIL, 1993; HODSON, 1994, 1999, 2003; GIL et al., 1999; MILLAR; OSBORNE, 1998; CARRASCOSA et al., 2006; GARCÍA, 2003).

Las habilidades cognitivas son necesarias en el proceso de resolución de un problema para separar la información relevante, y organizar lo conocido (datos y conceptos del problema). Las habilidades metacognitivas son usadas para codificar el problema, determinar lo que

hace falta saber para su resolución, establecer sus condiciones iniciales, seleccionar estrategias de solución, identificar obstáculos, y evaluar los resultados (DAVIDSON; STERNBERG, 1998; DOMENECH, 2004).

En particular la capacidad de análisis es útil para mostrar la estructura del problema (relaciones entre ideas, conceptos claves, fenómenos y sistemas), representarlo coherentemente y plantearlo cualitativamente, definiendo sus variables y las relaciones entre ellas, como su relevancia para la resolución. Así mismo, la capacidad de transferencia que permite usar la experiencia o los conocimientos adquiridos en una actividad, en el desarrollo de otra actividad, otros contextos, y situaciones problema (NICKERSON; PERKINS; SMITH, 1990), se usa en la resolución de problemas al planificar estrategias de resolución revisando los patrones de resolución reconocidos, y soluciones halladas en problemas similares (GARCÍA, 2003). Igualmente, la capacidad de evaluación se usa en la resolución de problemas para determinar que conocimientos faltan para resolverlos y valorar la idoneidad de los procedimientos, de la solución. De forma similar las habilidades de comprensión de lectura en la resolución de problemas posibilitan describir datos e incógnitas y preguntas clave, y, producir representaciones simbólicas adecuadas de ellos y de sus relaciones, generando a partir de dichas representaciones relaciones cualitativas para construir estructuras de interacción, útiles para luego seleccionar los métodos, y estrategias para resolver el problema (GARCÍA, 2003). Es decir, dichas habilidades hacen posible transformar un estado inicial de desconocimiento o situación confusa en un estado final comprensible (CUDMANI, 1998).

Por otra parte, la educación debe formar a los individuos para enfrentar de la mejor manera posible las situaciones cambiantes en la sociedad que usualmente adquieren la forma de problemas y en las cuales estamos inmersos. Desde esta óptica, lo deseable en educación es permitir a los estudiantes la oportunidad de aprender a enfrentarse a cualquier dificultad que se les presente. Para ello, se puede implementar en las aulas de clase metodologías de enseñanza basada en la resolución de problemas. El giro hacia este tipo de enseñanza atiende a la transformación de los objetivos de la enseñanza desde enseñar contenidos científicos, a enseñar para desarrollar las formas de pensamiento propias de las disciplinas científicas, dándoles a los sujetos herramientas para construir nuevos conocimientos en dichas disciplinas.

En este artículo se muestra el proceso de construcción de una prueba que pretende medir la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes de segundo de Bachillerato, a partir del cual se obtuvieron 7 factores constitutivos de dicha capacidad.

Proceso de elaboración de la prueba sobre capacidad de resolución de problemas

Para la elaboración de los reactivos se seleccionaron algunas variables que determinan la capacidad de resolver problemas. La elaboración inicial de la prueba se apoyó en un estudio realizado por García (2003) en el cual se argumenta que la resolución de problemas desarrolla 9 habilidades: observación, cuestionamiento, síntesis, análisis, lectura, transferencia, generalización, metacognición y evaluación. Después, se construyeron 27 indicadores que permitieron la operacionalización de estas variables definidas teóricamente. Así mismo, para cada indicador se elaboraron tres reactivos diferentes (preguntas), con los cuales se les pudiese

evaluar. De esta manera, la prueba inicial estuvo constituida por 80 reactivos. Estos reactivos fueron sometidos a unos procesos previos llevados a cabo por otros investigadores, como su revisión no formal, para determinar la idoneidad de su redacción, y el establecimiento de la conexión conceptual entre cada uno de los reactivos y el indicador que pretendían medir (HOGAN, 2004).

Así, desde estos 80 reactivos, se seleccionaron 27. Para seleccionar los reactivos elaborados se les sometió a dos pruebas, una prueba piloto y otra prueba formal. La prueba piloto la respondieron siete estudiantes de undécimo grado permitiendo hacer ajustes iniciales al test. La prueba formal fue realizada luego de la prueba piloto y fue aplicada a 286 estudiantes de undécimo grado de las Instituciones Educativas La Paz del municipio de Envigado y la Normal Superior del municipio de Medellín. Por otra parte, para la selección de los reactivos se establecieron dos pautas sobre su índice de dificultad y su índice de discriminación. Así el índice de dificultad (p) de cada reactivo debería ser aproximadamente de 0,50, es decir, el 50% de los examinados debe responder de manera correcta a dicho reactivo. Por otra parte, índice de discriminación (D) de los reactivos, para que estos fuesen seleccionados, debía tener el mayor valor posible. Así los reactivos con mayor índice de discriminación es decir aquellos que mejor diferencian entre buenos y malos solucionadores de problemas, fueron los seleccionados para hacer parte de la versión final de la prueba.

Para determinar el índice de discriminación, inicialmente se calculó la puntuación z de los resultados de cada uno de los 286 examinados, usando la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

Z = puntuación Z

X = puntuación o calificación del examinado

\bar{X} = media

S = desviación estándar.

Teniendo en cuenta estas puntuaciones z se seleccionaron dos grupos, el grupo de examinados con puntuaciones z bajas y el grupo de examinados con puntuaciones z altas. El grupo de examinados con puntuaciones bajas lo conforman los examinados cuya puntuación z está ubicada por debajo de menos una desviación estándar en la curva normal. El grupo de examinados con puntuaciones altas lo conforman los examinados cuya puntuación z está ubicada por encima de una desviación estándar en la curva normal.

Seguidamente se calculó el porcentaje de estudiantes que respondieron de manera correcta a cada indicador, en el grupo de puntuación alta y en el grupo de puntuación baja. Finalmente, se efectúa la diferencia porcentual entre los resultados de cada reactivo, entre el grupo de puntuación baja y el grupo de puntuación alta, dicha diferencia porcentual corresponde al índice de discriminación (ID) de cada indicador.

Por otro lado, para calcular el índice de dificultad de cada reactivo, se calculó el porcentaje de examinados que respondieron de manera adecuada al reactivo, dicho porcentaje constituye el índice de dificultad. Por cada indicador se seleccionó el reactivo con mayor índice de discriminación y cuyo índice de dificultad se aproximaba a 0.5.

Análisis, confiabilidad y validez de la prueba

Para realizar el estudio psicométrico, la prueba conformada por los 27 reactivos fue aplicada a 286 estudiantes de undécimo grado de la Institución Centro Educativo Femenino de Antioquia (CEFA).

Finalmente, para escoger los ítems que conforman la versión definitiva de la prueba, se calculó el índice de homogeneidad de cada uno de los reactivos, es decir el nivel de coherencia de cada ítem con el resto de la prueba y se eliminaron aquellos que no presentaban una correlación significativa con los resultados globales de la misma. Así, la prueba final quedó constituida por 16 preguntas.

Confiabilidad

Es importante tener en cuenta que la confiabilidad es una medida de coherencia interna de una prueba, es decir, está relacionada con la consistencia de la medición, de esta manera indica en qué medida una prueba puede generar la misma puntuación o una similar si se aplica al mismo individuo. El coeficiente de confiabilidad oscila entre 0 y 1. Así, 0 significa nula confiabilidad y 1 representa un máximo de confiabilidad. Con los datos de los 16 reactivos seleccionados se calculó el índice de correlación Alfa de Cronbach (α), para lo cual se puede usar la siguiente ecuación:

$$\alpha = (K / K-1) (\sum S_i^2 / S_x^2)$$

α = alfa de Cronbach

K= cantidad de reactivos en la prueba

S_x = la desviación estándar de las puntuaciones de la prueba

S_i = la desviación estándar de las puntuaciones de los reactivos

En este caso el índice de confiabilidad fue calculado mediante el paquete estadístico SPSS. El índice de confiabilidad de la prueba con 16 reactivos fue de 0,76 es decir moderadamente alto.

Validez

La validez de la prueba se calculó usando el paquete estadístico SPSS, mediante el método de componentes principales con rotación varimax. A partir de este análisis factorial se encontraron 7 factores que se exponen en el apartado siguiente.

Resultados

Las 16 preguntas obtenidas en el test se agruparon en 7 factores, como se muestra en el cuadro número 1. En el cuadro los factores fueron ordenados de acuerdo al porcentaje en que cada uno de estos factores explicaba la varianza de la capacidad de resolución de proble-

mas. Así, el factor 1 es aquel que explica en mayor porcentaje la varianza de la capacidad y, el factor 7 el que explica en menor porcentaje la varianza de dicha capacidad. Cada uno de los factores encontrados está conformado por un grupo de indicadores, es decir, por un grupo de tareas estrechamente correlacionadas entre sí. A continuación se describen cada uno de los factores encontrados así como los indicadores que los conforman.

Cuadro 1. Factores componentes de la capacidad de resolución de problemas

Factores	Indicadores
Factor 1: predicción y transferencia.	<ul style="list-style-type: none">. Selección de la hipótesis más adecuada.. Determinación de la situación en la que la solución de un problema es aplicable.. Identificar la mejor solución a un problema.
Factor 2: Capacidad de síntesis.	<ul style="list-style-type: none">. Selección de las palabras claves. Organización de los elementos del texto.. Representación formal del enunciado de un problema.
Factor 3: lectura crítica del enunciado.	<ul style="list-style-type: none">. Determinación de inconsistencias.. Separación información relevante.
Factor 4: análisis.	<ul style="list-style-type: none">. Establecimiento de relaciones.. División del problema en subproblemas.
Factor 5: interpretación de información.	<ul style="list-style-type: none">. Interpretación de información implícita.. Interpretación de información explícita.
Factor 6: comprensión metacognitiva de enunciados y procesos.	<ul style="list-style-type: none">. Identificación de secuencias implícitas (seleccionar ruta de solución).. Inferencia explícita a partir de principios (Elaborar predicciones).. Inferencia de información implícita (Buscar datos necesarios).
Factor 7: delimitación del problema.	<ul style="list-style-type: none">. Acotar y precisar las condiciones del problema

Fuente: Elaborado por los autores.

Factor 1: predicción y transferencia

Transferir es utilizar conocimientos adquiridos en otros contextos para realizar actividades o solucionar situaciones. En términos generales la palabra transferencia se refiere a la influencia del aprendizaje en una situación o contexto sobre un aprendizaje subsiguiente en otra situación o contexto. Así,

[...] estaremos tratando de la transferencia cuando estudiamos el efecto del aprendizaje de un tema escolar en el aprendizaje de otro tema posterior, o el efecto de lo aprendido en la escuela en su aplicación fuera de la escuela o, más general, el efecto del aprendizaje pasado en el aprendizaje presente. (AUSUBEL; ROBINSON, 1969, p. 136).

En la resolución de problemas la transferencia se hace evidente cuando los individuos al planificar estrategias de solución revisan los patrones de solución que ya conocen para aplicarlos en un nuevo problema (GARCÍA, 2003). Polya (1990) propone que para resolver problemas de matemática el alumno debe buscar situaciones que se sean parecidas al problema que desea resolver, es decir, de cierta manera el alumno puede hacer transferencias de conocimientos que ha adquirido en contextos diferentes.

La solución de problemas no solo está orientada a la comprensión y explicación de un fenómeno, sino también a la predicción del comportamiento de este en condiciones diferentes (ETKINA; WARREN; GENTILE, 2005). En el proceso de resolución de problemas la habilidad de predecir es necesaria para que los estudiantes formulen hipótesis en las que relacionen dos o más variables a partir de los datos existentes, es decir emitan un juicio argumentado sobre la forma como se pueden relacionar los fenómenos en estudio. De igual modo, la habilidad de predecir se hace necesaria en la resolución de problemas para la elaboración de modelos que permitan proyectar cómo será el comportamiento del fenómeno en estudio en otras situaciones. El factor de transferencia y predicción se evalúa a partir de tres indicadores: selección de la hipótesis más adecuada, determinación de la situación en la que la solución de un problema es aplicable e identificación de la mejor solución a un problema.

Selección de la hipótesis más adecuada

La hipótesis se define como una explicación provisional de una situación o problema que puede ser comprobable, esta puede ser verdadera o falsa. Se caracteriza porque relaciona dos o más variables, y porque está sustentada en información razonable. Para evaluar este indicador se formula un problema con cuatro opciones de respuesta que representan posibles hipótesis, y se debe seleccionar de ellas la más idónea.

Determinación de la situación en la que la solución a un problema es aplicable

Para evaluar este indicador se formula una situación problema desde la cual se debe identificar que nueva situación se resuelve con un proceso similar al utilizado en su resolución.

Identificación de la mejor solución

Para evaluar este indicador se propone una situación problema con múltiples opciones de solución. Desde esta situación se debe escoger la opción en la que se represente la mejor alternativa de solución al problema planteado. El reactivo es calificado como correcto si se escoge la opción que está dirigida a la verificación de la hipótesis.

Factor 2: capacidad de síntesis

Sintetizar es componer el todo a partir del análisis de las partes. Es decir, la síntesis es la representación de la manera como se relacionan las partes. En la solución de un problema la síntesis permite establecer relaciones entre las partes de la situación presentada, representar y describir la situación planteada bien sea con graficas, ilustraciones o ecuaciones, y para emitir juicios (GARCÍA, 2003).

Para evaluar este factor se utilizan los indicadores: selección de las palabras clave, organización de los elementos del texto y, representación formal del enunciado de un problema.

Selección de la palabra clave

Para medir este indicador se formula una situación problema y se selecciona desde varias opciones la que ofrezca el grupo de palabras que mejor represente a la situación planteada.

Organización de los elementos del texto

Para evaluar este indicador se presenta un texto a partir del cual se debe seleccionar la mejor secuencia de eventos que reflejen la estructura del texto.

Representación formal del enunciado de un problema

Para evaluar este indicador se plantea una situación problema que debe ser representada mediante ecuaciones matemáticas. Se debe escoger la opción que mejor representa a las variables que intervienen en el problema con sus respectivas relaciones.

Factor 3: lectura crítica del enunciado

La lectura comprensiva es la primera dificultad que presentan los estudiantes cuando se enfrentan a una situación escrita. En la resolución de problemas con frecuencia los estudiantes tienen tendencia a operar con los datos presentados en él sin hacer un análisis previo de la manera como estos se relacionan. Por otra parte, los estudiantes resuelven mejor el problema si alguien se los lee. Esto pone en evidencia su falta de comprensión de la situación. La lectura en el proceso de resolución de problemas se hace necesaria para que los estudiantes comprendan la situación presentada. También, la comprensión de lectura puede ser usada para obtener la información necesaria para la solución de la situación. Por otra parte, una buena comprensión de lectura ayuda a los estudiantes a establecer relaciones e inferencias sobre la información necesaria para la resolución del problema, aunque esta no sea explícita en el enunciado o contexto del problema. Para evaluar este factor se utilizan los indicadores: determinación de inconsistencias y separación información relevante.

Determinación de inconsistencias

Para evaluar este indicador se formula una situación problema y se debe determinar las inconsistencias que hay en la información que ofrece el enunciado del problema para dar solución al mismo.

Separación información relevante

Para medir este indicador se presenta una situación problema con información necesaria e innecesaria para la solución del problema. Así, el evaluado debe determinar qué información de la ofrecida por el problema es relevante para su resolución.

Factor 4: análisis

El análisis está relacionado con la separación del todo en las partes, y con, estudiarlas de forma individual para descubrir nuevas conexiones o reagruparlas en un contexto significativo. En esta prueba analizar un problema se concibe como el proceso en el cual se debe conocer detalladamente cada una de las partes que conforma dicho problema y la manera como estas se relacionan. De esta forma, el análisis se hace necesario en la resolución de problemas para separar la información relevante de la irrelevante, definir cuáles son las variables del problema y establecer relaciones entre ellas, clasificar los aspectos conocidos y desconocidos del problema y además, para determinar las incógnitas del mismo (GARCÍA, 2003). Para evaluar este factor se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores: establecimiento de relaciones y división del problema en subproblemas.

Establecimiento de relaciones

Para evaluar este indicador se formula una situación problema en la cual hay datos conocidos y desconocidos, que al mismo tiempo pueden ser necesarios e innecesarios para la solución de problema. Así, el estudiante debe escoger desde un grupo de opciones aquella que proponga cuales son las relaciones a establecer entre los datos necesarios para resolver el problema.

División del problema en subproblemas

Para la solución de un problema es necesario descomponer el problema general en subproblemas, los cuales pueden ser resueltos de manera individual, teniendo en cuenta que la solución de cada subproblema es parte complementaria de la solución del problema en general. Para evaluar este indicador se plantea una situación con una pregunta o interrogante al cual se le debe dar solución y, el evaluado debe identificar a que otras preguntas se les deben necesariamente dar respuesta para resolver el problema.

Factor 5: interpretación de información

Interpretar es explicar el sentido o significado de algo, así cuando se interpreta una información se da un juicio sobre esta. En la investigación científica la interpretación de datos o información se hace de acuerdo a la información y al conocimiento que tenga el resolutor del problema. Para interpretar se puede usar el siguiente proceso: en primer lugar, se hace un análisis de los datos, en segundo lugar, estos se comparan con la hipótesis o supuestos planteados, en tercer lugar, el análisis se compara con teorías existentes. Así, sobre una sola información pueden existir diferentes interpretaciones.

En el proceso de resolución de problemas la interpretación se hace necesaria para establecer relaciones entre el análisis de los datos y la hipótesis planteada, y para dar explicaciones a los patrones o tendencias halladas en el proceso de resolución que permitan emitir conclusiones. Para evaluar este factor se usan los indicadores: interpretación de información implícita e interpretación de información explícita.

Interpretación de información explícita

Para evaluar este indicador el estudiante debe inferir el significado de una palabra a partir de la información suministrada en el contexto de un enunciado.

Interpretación de información implícita.

Para evaluar este indicador se pide al estudiante utilizar la información proporcionada por una lectura para responder a una pregunta, cuya respuesta no se incluye explícitamente en el texto leído.

Factor 6: comprensión metacognitiva de enunciados y procesos

La comprensión es el proceso mediante el cual el individuo elabora un significado de un texto, una situación o fenómeno. Se comprende cuando se puede establecer relaciones lógicas entre las diferentes ideas de la situación en estudio y expresarlas de otra manera. En el proceso de comprensión no solo interviene el conocimiento del lenguaje o códigos, sino también, el conocimiento que el individuo tenga sobre la situación en estudio. Por otra parte, las habilidades metacognitivas se refieren a la conciencia y al conocimiento del estudiante de sus propios procesos cognitivos, es decir, al conocimiento sobre sus propios procesos de conocimiento. Las habilidades metacognitivas son necesarias para la adquisición, el empleo, y el control del conocimiento, y de las demás habilidades cognitivas. Ser metacognitivo permite controlar los procesos organizándolos, dirigiéndolos y modificando cuando es necesario para lograr las metas de aprendizaje. En la resolución de problemas la comprensión metacognitiva se hace necesaria para establecer relaciones entre las variables del problema y emitir juicios sobre la manera como estas se relacionan. Este factor incluye tres indicadores: identificación de secuencias implícitas (seleccionar ruta de solución), inferencia explícita a partir de principios (Elaborar predicciones) e Inferencia de información implícita (Buscar datos necesarios).

Identificación de secuencias implícitas (seleccionar ruta de solución)

Para evaluar este indicador a partir de una situación problema y proporcionando al evaluado, diversos pasos para llevar a cabo la resolución de dicho problema, pasos que no se encuentran en orden, el evaluado debe seleccionar desde varias secuencias de dichos pasos la mejor ruta de resolución.

Inferencia explícita de predicciones a partir de principios

Para la evaluación de este indicador se expresa un principio científico y con dicha información se debe determinar desde un grupo de opciones el comportamiento de un fenómeno que corresponda con lo expresado por dicho principio.

Inferencia de información implícita en enunciados para buscar datos necesarios

Para evaluar este indicador el evaluado a partir de una situación problema debe determinar, cuales son los datos necesarios para proceder a la resolución de dicho problema, y para ello, ha de seleccionar desde un grupo de opciones, aquella que crea incluye los datos que se requieren para la resolución de dicho problema.

Factor 7: delimitación del problema

Mediante la delimitación del problema se identifican, las preguntas que van a ser abordadas, los aspectos que son importantes o relevantes para su solución, como también aquellos aspectos que no interfieren en ella. De esta manera, se establecen las condiciones o parámetros a tenerse en cuenta en la resolución del problema, lo cual influye en el proceso de resolución y en las respuestas o conclusiones elaboradas. Para evaluar este factor se usa el indicador: acotar y precisar las condiciones del problema.

Acotar y precisar las condiciones del problema.

Para evaluar este indicador se diseña una situación problema, en la cual el evaluado debe establecer encontrar cuales son las condiciones bajo las cuales el problema debe tener solución.

A modo de conclusión

En comparación con el modelo propuesto por García (GARCÍA, 2003), no aparecen como conformadores de la capacidad de resolución de problemas factores referidos a las habilidades de observación, ni cuestionamiento. Esto puede ser debido a que el uso de dichas habilidades sea previo al mismo proceso de resolución de problemas y no se evidencie durante el mismo. Igualmente, tampoco aparecen las habilidades de generalización y evaluación, tal vez porque estas pueden ser concebidas dentro del nuevo modelo como formas de interpretación avanzadas de la información explícita e implícita que provee el problema. Es decir, el uso de estas dos habilidades puede ser concebido como la habilidad de elaborar inferencias a partir de dicha información, y por lo tanto harían parte del componente de comprensión metacognitiva de enunciados.

El hecho de que sean los factores predicción y transferencia, capacidad de síntesis, lectura crítica del enunciado (1, 2 y 3), los que expliquen en un mayor porcentaje la variabilidad de la capacidad de resolución de problemas, puede deberse a la naturaleza global y estructural de las tareas que involucran estos factores como la selección de la hipótesis o solución más adecuada, así como de palabras claves e información relevante del problema, además de la representación de su estructura formal.

Por otra parte, el que los factores de análisis, e interpretación de información, expliquen de forma moderada la variabilidad de la capacidad de resolución de problemas puede tener origen en que tareas constituyentes de dichos factores, como el establecimiento de relaciones, la determinación de subproblemas, o la interpretación de información implícita e explícita en el problema, aunque son importantes para la resolución del problema obedecen más a aspectos procedimentales del proceso que a aspectos profundos del mismo, y que están más relacionados con su comprensión conceptual y contextual.

Así mismo, el que factores como comprensión metacognitiva de enunciados y procesos, y delimitación del problema, constituyentes de la capacidad de resolución de problemas sean los que menos expliquen la variabilidad de dicha capacidad, puede deberse a que las habilidades y operaciones involucradas en estos factores como identificar rutas de solución,

buscar datos necesarios y acotar y precisar las condiciones del problema son muy poco puestas en acción en los procesos tradicionales de resolución de problemas que usualmente presentan rutas de resolución predeterminadas, no requieren la elaboración de estimaciones, ofrecen sólo los datos necesarios para su resolución haciendo inútil la búsqueda de nuevos datos y, presentan condiciones y límites de carácter fijo.

Por último, es importante anotar que el reconocimiento de los factores que estructuran la capacidad resolver problemas es importante porque ofrece una orientación, para proponer actividades y tareas en las aulas que permitan desarrollar dichos factores en las clases de ciencias y por ende, la capacidad global de resolución de problemas en los estudiantes.

Referencias

- ARIAS, J. D.; CÁRDENAS, C.; ESTUPIÑAN, F. **Aprendizaje cooperativo**. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Editora Guadalupe limitada, 2005.
- AUSUBEL, D. P.; ROBINSON, F. G. **School learning**: an introduction to educational psychology. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1969.
- CARRASCOSA, J. et al. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Revista Enseñanza de la Física**, Buenos Aires, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.
- CUDMANI, I. C. La resolución de problemas en el aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 75-85, 1998.
- DAVIDSON, J. E.; STERNBERG, R. Smart problem solving: how metacognition helps. In: HACKER, D. J.; GRAESSER, A. C.; DUNLOSKEY, J. (Ed.). **Metacognition in educational theory and practice**. The educational psychology series Mahwah: Lawrence Erlbaum, 1998. p. 47-69.
- DOMÉNECH, J. I. et al. La enseñanza de la energía en la educación secundaria: un análisis crítico. **Revista de Enseñanza de la Física**, Buenos Aires, v. 14, n. 1, p. 45-60, 2004.
- ETKINA, E.; WARREN, A.; GENTILE, M. The role of models in physics instruction. **The Physics Teacher**, Melville, v. 44, n. 1, p. 34-39, 2005.
- GARCÍA, J. J. **Didáctica de las ciencias**: resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Bogotá: Editorial Magisterio, 2003.
- GIL, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

GIL, D. et al. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de trabajos prácticos de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

HODSON, D. Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. **Studies in Science Education**, Leeds, v. 22, n. 1, p. 85-142, 1993.

_____. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

_____. Trabajo de laboratorio como método científico: tres décadas de confusión y distorsión. **Revista de Estudio del Currículo**, Barcelona, v. 2, n. 2, p. 52-83, 1999.

_____. Time for action: science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, London, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003.

HOGAN, T. **Pruebas psicológicas una introducción práctica**. México: Editorial el Manual Moderno, 2004.

MILLAR, R.; OSBORNE, J. **Beyond 2000: science education for the future**. London: Kings College, 1998.

NICKERSON, R.; PERKINS, D.; SMITH, E. **Enseñar a pensar: aspectos de la aptitud intelectual**. Barcelona: Paidós, 1990.

PÓLYA, G. **How to solve it**. London: Penguin, 1990.

REIGOSA, C. E.; JIMENEZ, M. P. La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 18, n. 2, p. 275-284, 2000.