

ESTRATEGIAS DE LOS ESTUDIANTES PARA RESOLVER PROBLEMAS EN QUÍMICA FÍSICA: UNA EXPERIENCIA PEDAGÓGICA

STUDENT'S STRATEGIES TO SOLVE PROBLEMS IN PHYSICAL CHEMISTRY: A PEDAGOGICAL EXPERIENCE

M. Sc. Milagros Domitila Torres Cruz

M. Sc. Maria de los Milagros Torres Elers

Universidad de Oriente

milagrosd@uo.edu.cu

RECIBIDO 3/4/2018 APROBADO 12/11/2018

Palabras clave: estrategia, problema, experiencia.

Keywords: strategy, problem, experience

Resumen:

La solución de problemas en Química Física es una de las vías principales para que los estudiantes adquieran conocimientos y desarrollen habilidades. Para los profesores es una manera eficaz, que le permite evaluar los avances de los estudiantes en el aprendizaje de los diferentes contenidos de la asignatura. El conocimiento de las estrategias utilizadas por los estudiantes, para resolver los problemas, tiene una extraordinaria importancia, pues permite al profesor favorecer aquellas que propician la mejor solución, haciendo más eficiente el proceso de enseñanza aprendizaje. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos, mediante un estudio de casos, en un grupo de estudiantes de tercer año de la carrera Química Industrial, que permitió aislar y caracterizar las estrategias empleadas para dar solución a los problemas que le fueron asignados. Un estudio como este presenta grandes potencialidades, para el diagnóstico del aprendizaje en una asignatura y la correspondiente toma de medidas para revertir las insuficiencias que se detecten.

Abstract:

The solution of physical chemistry problems is one of the main ways for students to acquire knowledge and develop skills. For the teachers it is an effective way to evaluate the progress of the students in the learning of the different contents of the subject. The knowledge of the strategies used by the students to solve the problems has an extraordinary importance, since it allows the teacher to favor those that propitiate the best solution, making the teaching – learning process more efficient. This paper presents the results obtained, through a case study, in a group of third-year students of the Industrial Chemical career, which allowed isolating and characterizing the strategies used to solve the problems assigned to them. A study like this presents great potential for the diagnosis of learning in a subject and the corresponding measures to reverse the shortcomings that are detected.

INTRODUCCIÓN

El estudiante de la carrera Licenciatura en Educación, Química Industrial, se enfrenta, durante todo el proceso de su formación, a la solución de problemas. Tal exigencia la encuentra no solo en cada una de las asignaturas que conforman el plan de estudio, sino también en las actividades correspondientes a la práctica laboral e investigativa.

La Química Física, como asignatura del currículo base, tiene dentro de sus objetivos generales la solución de problemas de diferente complejidad, y a esta actividad se le dedican no pocas horas de las que dispone el fondo de tiempo total de la asignatura, pues, además de representar una exigencia en la formación del estudiante, es una de las principales vías para que este adquiera conocimientos y desarrolle habilidades. Por esta razón, constituye una de las formas fundamentales para evaluar el aprendizaje.

No obstante, este papel central que se le adjudica a la solución de problemas en Química Física, existe consenso entre los profesores acerca de las dificultades que encuentra un gran número de estudiantes para su solución, constituyendo ésta la principal causa de los desaprobados. En estos casos los malos resultados indican, entre otras cosas, que las estrategias utilizadas por los estudiantes no los han conducido a una vía acertada para dar solución a los problemas.

Sin embargo, no siempre los profesores conocen cuáles son esas estrategias, lo que los limita en la dirección eficiente del proceso de enseñanza aprendizaje, que conduzca a la eliminación de estrategias incorrectas y a la utilización efectiva de aquellas adecuadas y que posean los atributos necesarios para arribar a la solución de los problemas.

El presente trabajo tiene como propósito presentar los resultados de un estudio de caso aplicado a un grupo de estudiantes de tercer año de la carrera Licenciatura en Educación. Química Industrial, que permitió aislar y caracterizar las estrategias empleadas para resolver problemas sobre contenidos de termodinámica. Se realiza una descripción del procedimiento empleado con sus resultados y además, se hacen valoraciones acerca de las implicaciones que dicho proceder tiene para los docentes, en cuanto a la garantía del diagnóstico en una asignatura y su consecuente repercusión en la efectividad del proceso de enseñanza aprendizaje.

DESARROLLO

La definición de problema ha sido ampliamente tratada por un gran número de investigadores en diferentes ramas de la ciencia, tanto de la psicología y la pedagogía como de las didácticas particulares, con énfasis en las correspondientes a matemática, física y química.

A continuación se relacionan algunas de estas definiciones:

KRULIK y RUDNIK (1980) p.65, plantean que: “un problema es una situación, cuantitativa o de otra clase, a la que se enfrenta un individuo o un grupo, que requiere solución, y para la cual no se vislumbra un medio o camino aparente y obvio que conduzca a la misma”.

WERNER (1982) p. 46, expresa que "... la misma tarea puede ser para una persona que conoce el algoritmo, un ejercicio y para una persona que no conoce el algoritmo puede ser un problema en el sentido amplio".

SMIRNOVA (1982) p. 63, considera que problema: "... es una tarea, en la cual siempre está prevista la actividad productiva del alumno, independientemente sea oral, escrita o experimental la forma de su solución".

SCHÖENFELD (1985) p. 10, usa el término problema como una "tarea que es difícil para el individuo que está tratando de resolverla".

LABARRERE (1987) p. 5, considera que: "... un problema es determinada situación en la cual existen nexos, relaciones, cualidades de y entre los objetos que no son accesibles directa e inmediatamente a la persona. Un problema es toda situación en la cual hay algo oculto para el sujeto, que éste se esfuerza por hallar".

En este sentido DE GUZMÁN (1993) p.12, plantea: "Tengo un verdadero problema cuando me encuentro en una situación desde la que quiero llegar a otra, unas veces bien conocida; otras, un tanto confusamente perfilada y no conozco el camino que me puede llevar de una a otra".

GARRET (1995) p. 7, opina que "... un problema es una situación o conflicto para el que no tenemos una respuesta inmediata, ni algoritmo ni heurística. Es una situación que no se ajusta a nuestros conocimientos y crea una tensión y una ambigüedad".

POZO y POSTIGO (1995) p. 17, plantean que: "... un problema es una situación nueva o sorprendente, a ser posible interesante o inquietante, en la que se conoce el punto de partida y dónde se quiere llegar pero no los procesos mediante los cuales se puede llegar".

Por último, CAMPISTROUS y RIZO (1996) p. 6, expresan: "Se denomina problema a toda situación en la que hay un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarla. La vía para pasar de la situación o planteamiento inicial a la situación exigida, tiene que ser desconocida y la persona debe querer hacer la transformación, es decir quiere resolver el problema".

A pesar de que no existe una concepción única, las diferentes definiciones dadas por diversos autores no resultan contradictorias y reflejan de una u otra forma determinados rasgos que caracterizan a los problemas: carácter relativo, dado que lo que resulta un problema para el estudiante no lo es para el docente, que conoce cómo se resuelve; existencia de una dificultad que no tiene solución inmediata; ausencia de un camino conocido y demanda de una intensa actividad cognoscitiva. De todos ellos destaca como el más señalado y que de hecho determina si una tarea tiene ese carácter, es decir, si se trata de un verdadero problema, el desconocimiento de la vía de solución por parte del sujeto.

Este rasgo distintivo es el que convierte a la solución de problemas para el estudiante en una actividad propiciadora de la motivación y el interés hacia el contenido que se aprende, y un medio eficaz para evaluar los avances logrados por los estudiantes en la asignatura, siempre que sea bien utilizada por el docente.

Para que la tarea pueda alcanzar la condición de problema tendrá que haber sido interiorizada, hecha conciencia por el sujeto, el cual acepta determinadas contradicciones entre lo conocido y lo desconocido, entre sus conocimientos y experiencia anterior y la nueva situación que ahora enfrenta y que está dispuesto a solucionar. Esta nueva formulación del problema hecha conciencia por el sujeto, que puede o no coincidir con la formulación inicial de la tarea, indicará la dirección de la búsqueda de vías para su solución.

El planteamiento y solución de problemas es una actividad a la que no resulta ajeno ningún individuo. El hombre, de forma individual o colectiva, a lo largo de toda su vida, necesariamente tiene que enfrentar problemas de diversa índole, en cuya solución crece. Determinados rasgos de la personalidad como son: adaptación a situaciones dadas, esfuerzos voluntarios para alcanzar un objetivo, flexibilidad, entre otros, se desarrollan en el proceso de solución de los problemas, y en mayor medida cuando las situaciones dadas están determinadas por sus propias necesidades.

La solución de problemas, actividad en la que el sujeto necesita elaborar y asumir decisiones, concientizar estrategias, comunicarse con las demás personas, construir lógicas personales, y por tanto requiere de aprendizaje y entrenamiento, es indispensable para el desarrollo de la personalidad de cualquier individuo. El planteamiento y solución de problemas es una actividad que contribuye a desarrollar la capacidad reflexiva del estudiante, su intelecto, su capacidad comunicativa, voluntad y capacidad de discernimiento, que en cierto modo lo prepara para el enfrentamiento de situaciones problemáticas en la vida diaria para cuya solución tendrá que poner en práctica muchos de los conocimientos adquiridos anteriormente.

Una opinión interesante resulta la expresada por AUSUBEL (1991) p. 65, cuando expresa: "... para resolver problemas hay que poseer ingenio, audacia, originalidad, flexibilidad, destreza para improvisar, sensibilidad al problema, capacidades diferentes y más escasas entre nuestros alumnos que la de comprender materiales expuestos verbalmente".

En esta afirmación se expresa, no solo la necesidad de un esfuerzo cognoscitivo para alcanzar el objetivo en la solución de un problema, sino también de determinados rasgos, cuya presencia en la persona encargada de dicha solución, en un grado apropiado, facilitarían extraordinariamente el resultado aspirado. Lo anterior no significa que resolver problemas sea una tarea para un número exclusivo de estudiantes. Transformar esta situación es la labor del docente. Hay que tener en cuenta que es mediante la resolución de problemas como mejor se aprende, ya que obliga constantemente al estudiante a poner sus conocimientos en práctica y al mismo tiempo la motivación por lo que se aprende se ve favorecida siempre que se trate de auténticos problemas.

El término estrategia se deriva del griego *stratego* que significa planear la derrota del enemigo a través del uso efectivo de los recursos propios. Por mucho tiempo el uso de esta palabra estuvo reservado a los militares. Lo anterior justifica que dentro de las diferentes acepciones de la palabra estrategia, cuando ésta se localiza en un diccionario o enciclopedia, aparezcan en primer lugar aquellas referidas a la esfera militar.

Independientemente de los propósitos que tenga la estrategia, en todos los casos se plantea un fin u objetivo, así como un plan de acciones para alcanzarlo a través del buen uso de los recursos disponibles, lo que implica asegurar la toma de decisión óptima en un momento dado.

Si se trasladaran estas ideas a la resolución de problemas en una asignatura dada, tener una estrategia significa que el estudiante ha asumido la tarea asignada por el docente, se ha trazado un fin u objetivo y como resultado de esto ha ocurrido el paso de situación problemática a problema y ha escogido y ejecutado una vía de solución en la que debe tener en cuenta los datos, las condiciones que se plantean y los recursos que se dispongan.

En el campo de la educación varios han sido los autores que han dado una definición de estrategia. Aquí se hará referencia a sólo dos de éstas:

BETANCOURT (1995) p. 19, se refiere al término y lo califica como: "... una acción humana orientada a una meta intelectual, consciente y de conducta controlada y poniéndola en relación con conceptos tales como: plan, táctica y reglas..."

LABARRERE (1996), p. 70, quien ha realizado valiosas investigaciones relacionadas con la resolución de problemas en el campo de las matemáticas, expresa: "... las estrategias son instrumentos de la actividad cognoscitiva que permiten al sujeto determinada forma de actuar sobre el mundo, de transformar los objetos y situaciones".

En resumen, dentro de los principales rasgos del concepto estrategia se encuentran los siguientes:

- Constituye un conjunto de acciones.
- Requiere de la participación activa y consciente del sujeto.
- Las acciones están dirigidas al logro de un objetivo que las orienta y conduce.

A las estrategias, como instrumentos de la actividad cognoscitiva se le han atribuido determinadas funciones (LABARRERE, 1996), tales como:

- Asegurar que la solución sea obtenida con certeza después de un mínimo de tentativas.
- Minimizar el volumen de esfuerzo en el proceso de inferencia y en la memoria, asegurando, al mismo tiempo, que la solución será obtenida.
- Minimizar el número de errores previos a la solución del problema.

Lo anterior significa que la utilización de una estrategia adecuada por parte del sujeto contribuye a una solución eficaz del problema, ya que permite obtener el máximo de información, economiza tiempo, reduce el esfuerzo intelectual y limita el riesgo de error.

El estudio de la resolución de problemas en el campo de la educación ha sido desarrollado fundamentalmente por los matemáticos, entre los cuales se destaca el eminente húngaro POLYA (1965), quien propuso las siguientes estrategias básicas:

- Analizar lo conocido y lo desconocido.
- Dibujar una figura.
- Separar la condición en partes.
- Considerar casos especiales.
- Pensar en un problema más simple.
- Considerar el problema resuelto.

Otros trabajos en el campo de las Matemáticas, como el de SOWDER (1989), han llevado a la determinación de estrategias que pueden utilizar los estudiantes para resolver problemas en esta disciplina. Este investigador en entrevistas realizadas a estudiantes de sexto y octavo grados obtuvo la siguiente lista de estrategias:

- Encuentra los números y suma (o resta, multiplica o divide). La selección está determinada por lo que se ha hecho más reciente en la clase o por la operación para la cual el estudiante es más competente.
- Adivina qué operación debe ser utilizada.
- Mira a los números y ellos te dicen qué operación debes usar. Por ejemplo 78 y 54 probablemente te indiquen suma o producto; pero 78 y 3 parece división por el tamaño de los números.
- Trata con todas las operaciones y selecciona la respuesta más razonable.
- Busca las palabras claves aisladas que te dicen qué operación usar. Por ejemplo todos juntos significa adicionar.
- Decide si la respuesta debe ser grande o pequeña, según los números dados. Si es grande prueba con la adición y la multiplicación y selecciona la respuesta más razonable. Si es pequeña prueba con la sustracción y la división y selecciona la más razonable.
- Selecciona la operación cuyo significado es apropiado al texto.

CAMPISTROUS y RIZO (1997), quienes han sido abanderados en Cuba en los estudios relacionados con la determinación de estrategias que utilizan los estudiantes para solucionar problemas, han obtenido para primero y segundo grados de la escuela primaria:

- Conteo directo de un modelo dado.
- Conteo previa modelación.
- Operar con los datos de manera irreflexiva.
- Escribir números sin análisis previo.
- Seleccionar la operación cuyo significado es apropiado al texto.

Y para el quinto y sexto grados de la escuela primaria y para la secundaria básica:

- Procedimiento rutinario asociado a un indicador textual.
- Tanteo.
- Operar con los números.
- Usar números razonables.

En el caso de la disciplina Química son limitadas las investigaciones relacionadas con la solución de problemas, independientemente de las dificultades que se presentan. RODRIGUEZ (1997) realiza un estudio de caso en Cuba, donde aísla y caracteriza algunas estrategias utilizadas por los estudiantes para resolver problemas cuantitativos en Cinética Química. Las estrategias aisladas y su caracterización correspondiente fueron las siguientes:

1.- Proceso rutinario asociado a un indicador textual y/o los datos del problema.

Esta estrategia consiste en reconocer cierto indicador en el texto y/o los datos del problema, que permiten asociarlo a la clase de problemas en los que se usa un proceso

rutinario dado. Puede aportar soluciones correctas o incorrectas de acuerdo con la forma que se utilice.

2.- Suponer datos.

Esta estrategia, cuando aparece está ligada a la de los procesos rutinarios asociado a un indicador textual y/o los datos del problema. La misma consiste en asumir un valor no dado en el problema, y posteriormente, aplicar un procedimiento rutinario determinado, hasta obtener el resultado del problema, el cual es incorrecto. Esta estrategia tiene un carácter irreflexivo.

3.- Modelación algebraica.

Consiste en buscar la solución del problema mediante la aplicación de varias fórmulas o ecuaciones de manera combinada, hasta llegar al resultado del problema. Puede generar soluciones correctas o incorrectas.

En su tesis de maestría, TORRES (2002) caracterizó las siguientes estrategias durante un estudio de casos realizado en Termodinámica:

- **Representar gráficamente el proceso termodinámico:** Consiste en la construcción de algún diagrama u otra representación gráfica, que permita describir por esta vía la trayectoria seguida por el proceso termodinámico y de esta forma poder aplicar ecuaciones, fórmulas y otros recursos matemáticos que permitan calcular magnitudes termodinámicas. Puede aportar soluciones correctas o incorrectas, de acuerdo con la forma en que se utilice.
- **Suponer u omitir datos:** Esta estrategia fue caracterizada por RODRIGUEZ (1997), aunque en este estudio de caso se comprobó que puede manifestarse tanto como suposición como por omisión de datos. Esta estrategia conduce, generalmente, a soluciones incorrectas.
- **Proceso rutinario asociado a un indicador textual y/o los datos del problema:** Esta estrategia ya fue caracterizada por RODRIGUEZ (1997) y en este estudio de caso en la asignatura Termodinámica se revela con similares características a las que presentó en Cinética Química. Puede aportar soluciones correctas o incorrectas, de acuerdo con la forma en que se utilice, aunque generalmente tiene pocas posibilidades de éxito en los verdaderos problemas.
- **Dividir la trayectoria general del proceso termodinámico en varias trayectorias particulares, que en su conjunto conforman el proceso total:** Consiste en dividir la trayectoria general del proceso en tantas trayectorias particulares como lo exijan las condiciones dadas en el problema. Se aplica en el caso en que se calcule una propiedad que tenga características de función de estado. Por lo general, precede a la aplicación de la estrategia proceso rutinario asociado a un indicador textual y/o los datos del problema. Puede generar soluciones correctas o incorrectas, en dependencia de cómo se utilice.

Las autoras de este trabajo, con el propósito de dar continuidad al aislamiento y caracterización de las estrategias utilizadas por los estudiantes para resolver problemas, se apoyaron en el método estudio de casos y en la metodología que, para ese propósito diseñaron CAMPISTROUS y RIZO (1997), la cual incluye como etapas fundamentales:

elaboración de la prueba pedagógica; aplicación de la prueba pedagógica, primera revisión y determinación preliminar de las posibles estrategias; entrevista individual a profundidad para precisar en detalles la manera de proceder de cada uno de los estudiantes al enfrentar los problemas; transcripción de las entrevistas grabadas y análisis exhaustivo de las respuestas para concluir con más aproximación cuál fue la estrategia utilizada; y por último, la caracterización de las estrategias aisladas.

La prueba pedagógica elaborada corresponde a contenidos seleccionados de la asignatura Química Física I y se aplicó a los 12 estudiantes del tercer año de la carrera Licenciatura en Educación. Química Industrial. Esta prueba incluyó las siguientes tareas con potencialidades de problema:

1. Se debe realizar un trabajo de compresión en el sistema formado por 1 mol de gas con comportamiento ideal en el cual la presión se incrementa desde 1 hasta 100 kPa a temperatura constante. El incremento de la presión se realiza desde un dispositivo el cual se manipula desde el exterior. Si se desea distribuir el trabajo a partes iguales entre dos personas, ¿cuál sería la distribución más equitativa? ¿Por qué?
2. 1 mol de gas ideal experimenta 4 procesos termodinámicos de los que se tiene determinada información. Calcule el trabajo total que se realiza en el ciclo.
 - Proceso 1: la presión permanece constante y el volumen se incrementa en 40 unidades.
 - Proceso 2: no hay cambios en el volumen y la presión disminuye en 30 unidades.
 - Proceso 3: a presión constante se produce una disminución de volumen igual al incremento experimentado en el proceso 1.
 - Proceso 4: manteniendo el volumen constante el sistema retorna al estado inicial.

La tarea 1 tiene como característica fundamental que se trata de un problema fundamentalmente cualitativo, pues su solución solo implica la necesidad de conocer la expresión para calcular el trabajo en un proceso isotérmico. Además de esto, el estudiante deberá buscar dos relaciones presión inicial sobre presión final, para dos intervalos de presiones consecutivos entre 1 y 100 kPa que den como resultado el mismo cociente, de modo que el valor del logaritmo neperiano sea el mismo y, por lo tanto el trabajo para ambos intervalos de presiones sea igual, ya que los demás términos comprendidos en la expresión del trabajo, dígase constante de los gases y temperatura termodinámica son constantes, el primero porque tiene un único valor de $8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ y el segundo porque al tratarse de un proceso isotérmico también tiene un valor fijo.

Lo anterior limita la solución a únicamente los intervalos de 1 a 10 kPa y de 10 a 100 kPa.

La segunda tarea es un problema cuantitativo, aunque no se ajusta exactamente a los que tradicionalmente se resuelven en esta parte del contenido, pues no se emplean datos de las magnitudes volumen y presión con sus unidades correspondientes, sino que solo se habla en términos de variaciones de estas magnitudes. Desde su propia formulación la tarea sugiere la elaboración de una representación gráfica, aunque la misma no se indique expresamente.

Si el estudiante aplicase correctamente esta estrategia, llegaría rápidamente a la conclusión que el ciclo queda representado por un rectángulo, y que el trabajo total que se realiza en el

ciclo es el área de dicho rectángulo. Aplicando conocimientos precedentes de geometría, puede calcular el trabajo multiplicando largo x ancho, lo que lo conduce al resultado de 1200 unidades², que si bien no es un resultado tradicional para esta magnitud, sí da la medida de la comprensión de lo que ocurre en el ciclo termodinámico, los sucesivos procesos que lo componen y el significado del trabajo en un diagrama p (presión) vs V (volumen).

Los resultados obtenidos en la prueba pedagógica fueron los siguientes:

Tarea 1:

Ninguno de los 12 estudiantes logró responderla satisfactoriamente. 5 estudiantes contestaron que la distribución más equitativa era 50 y 50 kPa, de manera irreflexiva, sin establecer relación con la expresión para calcular el trabajo en un proceso isotérmico. Durante el intercambio que la profesora sostuvo con ellos, para indagar sobre el por qué de la respuesta, no dieron argumentos válidos, únicamente que escogieron ese intervalo de presiones basándose en lo expresado en el texto del problema en lo referido a "distribución más equitativa". De lo anterior se infiere la utilización por estos estudiantes de la estrategia: **Proceso rutinario asociado a un indicador textual y/o los datos del problema**. En este caso el indicador textual es "distribución más equitativa", el cual los conduce a resolver el problema de una forma rutinaria, dividiendo el valor máximo de presión en dos partes iguales, sin detenerse a reflexionar que los cocientes de 1 sobre 50 y 50 sobre 100 son diferentes y, por lo tanto, el trabajo en ambos intervalos tiene distintos valores.

De los restantes 7 estudiantes 5 intentaron realizar el cálculo del trabajo y 3 de ellos lo hicieron suponiendo que la temperatura es igual a 298 K. Este dato no se ofrece en la tarea, no es necesario, por cuanto el propósito de la misma no es que los estudiantes calculen el trabajo. Después de calcular el trabajo utilizando el intervalo de presiones de 1 a 100 kPa, lo que sería el trabajo total, los 3 estudiantes que usaron el dato de 298 K para la temperatura, dividieron ese trabajo en dos partes. Esta respuesta es irreflexiva, no se hace un análisis adecuado de la información inicial, ya que lo que se solicita es el intervalo de presiones correspondiente a cada una de las dos personas. En el caso de estos 3 estudiantes se evidencia la utilización de la estrategia: **suponer datos**.

Los otros 2 estudiantes hasta completar los 12 solamente escribieron la expresión del trabajo para un proceso isotérmico.

Tarea 2:

En esta tarea los 12 estudiantes utilizaron la estrategia: **Representar gráficamente el proceso termodinámico**. Sin embargo, solo 1 de ellos logró dar una respuesta satisfactoria calculando el trabajo realizado en el ciclo a partir del área del rectángulo, o sea, multiplicando largo por ancho. Otros 5 estudiantes llegaron a la conclusión errónea que el trabajo total realizado en el ciclo es igual a cero, ya que consideran iguales pero de signo contrario los valores de esta magnitud para las etapas 1 y 3.

De los restantes 6 estudiantes 3 de ellos respondieron que el trabajo realizado en el ciclo estaba dado por el área debajo del rectángulo. Además, calcularon ese trabajo empleando la expresión de esta magnitud para el proceso isobárico. Para hacerlo asumieron valores numéricos para las magnitudes presión y volumen. En esta respuesta no se tuvo en cuenta que el trabajo realizado en el ciclo es el área del rectángulo, por lo tanto no se hizo un

análisis correcto de la representación del trabajo en cada una de las etapas, en especial las etapas 1 y 3, que son aquellas donde se realiza trabajo. Se evidencia una vez más la utilización de la estrategia: **suponer datos**.

Los otros 3 estudiantes se limitaron a hacer la representación gráfica y escribir las expresiones del trabajo para los 2 procesos isobáricos, pero no realizaron cálculo alguno.

A continuación se presenta una tabla que resume los resultados obtenidos.

Tabla: Estrategias utilizadas y su efectividad en la solución de los problemas incluidos en la prueba pedagógica.

Estrategias empleadas para resolver los problemas	Problema 1		Problema 2	
	Solución correcta	Solución incorrecta	Solución correcta	Solución incorrecta
Suponer datos	0	3	0	3
Proceso rutinario asociado a un indicador textual	0	5	0	0
Representar gráficamente el proceso termodinámico	0	0	1	11

Adicionalmente, como resultado del análisis realizado, se constatan las siguientes deficiencias en la solución de problemas en Química Física I:

- Bajo nivel de análisis o análisis superficial de la situación problemática planteada en el enunciado del problema.
- Dificultad para planificar el proceso de resolución del problema: representación mental del enunciado del problema, aislamiento de la información relevante, organización de la información, planificación de estrategias de resolución, aplicación de procedimientos adecuados, verificación de la solución, revisión y supervisión de todo el proceso de resolución.
- Tendencia a operar directamente sobre los datos explicitados en el enunciado del problema.
- Insuficientes conocimientos matemáticos que deben servir como apoyo a la resolución de problemas en Química Física I. Entre esos conocimientos se encuentran: las propiedades de los logaritmos y el cálculo del área de un rectángulo, por solo citar dos ejemplos.
- Insuficiente control de los resultados parciales y finales obtenidos.

Todo lo anterior nos muestra la utilidad que tiene un estudio de caso, como el realizado, para el diagnóstico en una asignatura.

Con relación al diagnóstico en el proceso de enseñanza aprendizaje ZILBERSTEIN, SILVESTRE y AMADOR (2000) p. 5, plantean que: "... la integralidad de dicho proceso exigirá también proponerse el diagnóstico integral del alumno, es decir, qué sabe, cómo lo hace, cómo se comporta, cómo aprende, cuáles son sus cualidades, cómo se

comporta la formación de acciones valorativas. Un conocimiento más completo y profundo del alumno posibilitará al docente una mejor concepción y ejecución de la actividad docente".

Tal como se analizó previamente, los resultados del estudio de caso que se presentan en este trabajo muestran que, constituye una vía apropiada para conocer con profundidad dónde se localizan las principales dificultades en el proceso de resolución de problemas sobre los contenidos evaluados en las tareas, qué logra hacer el estudiante por sí solo y qué no sabe hacer, cuáles son las principales estrategias que asume para enfrentar aquellas tareas que potencialmente presentan características de problema, explorando así su zona de desarrollo potencial, con vistas a ofrecer la ayuda requerida, en función de las posibles dificultades y/o potencialidades.

El conocimiento limitado del nivel real de logros y dificultades correspondiente a cada uno de los estudiantes, no sólo afecta el trabajo inmediato con sus diferencias individuales, sino que además dificulta las posibilidades de tratar de lograr un grupo más homogéneo, condición necesaria para mejorar las posibilidades de trabajo del docente y de impulsar el desarrollo del grupo hacia niveles de exigencia superiores.

CONCLUSIONES

La resolución de problemas en Química Física es una de las actividades fundamentales para la adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes, durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura.

El conocimiento de las estrategias utilizadas por los estudiantes para resolver los problemas, constituye una premisa para el logro de un aprendizaje efectivo, pues le permite al docente potenciar aquellas que conducen a vías acertadas de solución.

El estudio de caso, como método, resulta conveniente para conocer las estrategias que utilizan los estudiantes de la muestra seleccionada, en la resolución de problemas sobre contenidos de la asignatura, tal como se muestra en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. y NOVAK, J. (1991). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. Editorial Trillas, México, 5ª reimpresión.
- BETANCOURT, J. (1995). *Pensar y crear*. La Habana: Editorial Academia.
- CAMPISTROUS, L. y RIZO C. (1996) *Aprende a resolver problemas aritméticos*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- GARRET, M. R. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. En: *Alambique Vol. 5, pp. 6-10*, Madrid, España.
- KRULIK, S. y RUDNIK, K. (1980). *Problem Solving. A handbook for teachers*. Allyn & Bacon Inc.

- LABARRERE, S. A. (1987). *Bases psicológicas de la enseñanza de la solución de problemas matemáticos en la escuela primaria*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- _____ (1996). *Pensamiento: análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- POLYA, G. (1965) *How to solve it?* Ed. N. Y. Princeton University Press.
- POZO, J. I. y POSTIGO, Y. (1995) Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas de ciencias. En: *Alambique*, Vol. 5, pp. 16-20, Madrid, España.
- RODRIGUEZ, F. (1997) *Estrategias de los estudiantes para resolver problemas cuantitativos de Cinética Química, un estudio de caso para el tercer año de la Licenciatura en Educación, especialidad Química*. Tesis de Maestría. Holguín.
- SCHÖENFELD, A. (1985). *Ideas y tendencias en la resolución de problemas*. En: La enseñanza de la Matemática a debate. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencias.
- SMIRNOVA, T. V. (1982). *Metodología general de la enseñanza de la Química*. Moscú: Editorial Enseñanza.
- SOWDER, L. (1989). *La selección de operaciones en la solución de problemas rutinarios con texto en la enseñanza y valoración de la solución de problemas*. En: National Council of Teachers Mathematics. Vol. 3. USA.
- TORRES, M. (2002). *Estrategias de los estudiantes para resolver problemas cuantitativos de Termodinámica, un estudio de caso para el tercer año de la Licenciatura en Educación, especialidad Química*. Tesis de Maestría. Holguín.
- WERNER, J. (1982). *Conferencia sobre Metodología de la enseñanza de la Matemática II. Primera Parte*. La Habana: Editorial Libros para la Educación.
- ZILBERSTEIN, J., SILVESTRE, M. y AMADOR, A. (2000). *Aprendizaje y formación de valores*. En: Seminario Nacional para el personal docente. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.