

Heurístico para la solución de problemas experimentales, en los laboratorios docentes de química.

Autores: Ms.C Yoel Basulto Lemus
Dr. C Blas Estévez Tamayo
Ms.C María Antonia Bernal Medina
Ms.C Odalys Mancebo Rivero

Resumen.

La disciplina Análisis Químico Cuantitativo de la Especialidad de Química, del ISP "José de la Luz y Caballero", durante el curso 2001 – 2002, ha experimentado cambios en la forma de realización de las actividades experimentales.

Las prácticas de laboratorio se rediseñaron, a partir del Sistema de Habilidades Experimentales específicas y sobre las bases teóricas del Método Experimental. Como estrategia de enseñanza, se utilizó el modelo de Investigación Dirigida, con el propósito de iniciar la formación de las habilidades experimentales específicas de la disciplina en los estudiantes.

Los alumnos para la realización de sus actividades prácticas, no cuentan con las clásicas técnicas operatorias o "recetas de cocina", sino con un problema experimental cuantitativo, que para darle solución al mismo, deben recurrir al Sistema y en específico a la habilidad "Resolver problemas experimentales cuantitativos".

En este trabajo se presenta la propuesta de un Heurístico, como una guía complementaria para el uso de los estudiantes, al trabajar con la habilidad: "Resolver problemas experimentales cuantitativos", en los laboratorios docentes de Métodos Químicos de Análisis, de la Licenciatura en Educación en la especialidad de Química.

Abstract.

The discipline Quantitative Chemical Analysis of the Specialty of Chemistry in the Teacher Training College "José de la Luz y Caballero", during the course 2001 - 2002, has faced changes in the form of realization of the experimental activities.

The laboratory practices were reconceptualized starting from the System of specific Experimental Abilities and on the theoretical bases of the Experimental Method. As teaching strategy, the pattern of Directed Investigation was used, with the purpose of beginning the formation of the specific experimental abilities of the discipline, in the students.

The students for the realization of their practical activities, don't have the operative technical classic or "cooking recipes", but with a quantitative experimental problem. To give solution to the experimental problem, the students should consult the system, specifically the ability to solve quantitative experiment problems.

In this work the proposal of a Heuristic one, like a guide is presented for the students, when working with the ability. To solve

quantitative experimental problems, when giving him solution, to the situations experimental, in the chemical educational laboratories of Methods of Analysis, of the Licentiate in Education in the specialty of Chemistry.

Introducción.

Una de las tendencias educativas actuales condicionada por la revolución científico técnica, el desarrollo de las tecnologías informáticas, el acelerado incremento de la información, el proceso de globalización y el acercamiento de las ciencias naturales, técnicas y sociales, con la consecuente reconstrucción de la estructura lógica de los saberes según autores como Stuart y Davies, (1995); Martínez Llantada, M., (1996); Majmutov, (1983), es el paradigma de “enseñar a pensar” en el cual la educación brinda la posibilidad de autonomía a los estudiantes para interpretar, procesar, utilizar y crear la información (García García, J.J., 2000).

En ese paradigma se inserta el método de enseñanza problémica, que se caracteriza por concebir al conocimiento como un proceso en el cual se desarrollan formas de pensamiento creativo y desarrollador, debido a la capacidad del hombre de apropiarse de lo nuevo, de lo desconocido. Es por ello que desarrollar este tipo de pensamiento implica un aprendizaje basado en la búsqueda, en la solución de problemas que conduzcan al alumno a la construcción del conocimiento y al desarrollo de sus acciones mentales, y no a la simple apropiación de los conocimientos elaborados por el profesor, a través de ejercicios reproductivos y aplicación de fórmulas (Mancebo, O., 2000; García García, J.J., 2000).

La enseñanza problémica le exige al alumno pensar, participar, proponer y diseñar condicionantes que activan la mente del estudiante, en vez de las clásicas actitudes de oír, callar, escribir y memorizar, que propicia la enseñanza por transmisión - recepción, con sus ineficientes estrategias de transmisión de conocimientos, que siguen siendo actualmente las utilizadas mayoritariamente por los docentes (Gil Pérez, D. y Valdés Castro, P., 1996; García García, J.J., 2000).

Incrementar la capacidad heurística de los estudiantes, en la habilidad de resolver problemas, formular y evaluar hipótesis, así como descubrir relaciones, entre otros, es el objetivo de la enseñanza por investigación o por resolución de problemas (descubrimiento autónomo), la que es apoyada por una guía heurística (Frank y col., 1987; Kean y col., 1988; Mettes y col., 1980; Ryan, 1987; Kramers, 1982; Contreras, 1987; Genyea, 1983; Asieba y Ebgua, 1993; Longlois y col., 1995; Nickerson y col., 1990; Morales Aldana, 1992; García García, J.J., 2000: citados por García García, J.J., 2000). La misma facilita el proceso de resolución del problema, de modo que la actividad del estudiante no sea arbitraria, sino dirigida hacia cuál es su objetivo

y qué acciones pueden ayudarlo en ese aspecto (Escalona Serrano, E. y González Dosil, M.C., 1998; Mancebo, O., 2000).

En este artículo se presenta la propuesta de un Heurístico, como guía para trabajar en la formación en los alumnos, la habilidad “Resolver problemas experimentales cuantitativos”, para la resolución de situaciones problemáticas experimentales, en los laboratorios docentes de Métodos Químico de Análisis, para la Licenciatura en Educación en la especialidad de Química.

Desarrollo.

La heurística es aplicable a cualquier ciencia e incluye la elaboración de programas que faciliten la búsqueda de vías de solución a situaciones problemáticas, o sea, resolver tareas de cualquier tipo, en las que no se dispone de un algoritmo de solución.

En el método heurístico se le plantean al estudiante preguntas, sugerencias, indicaciones, a modo de impulsos, que facilitan la búsqueda independiente de problemas y no las soluciones a estos.

En la utilización de este método la actividad del maestro consiste en, conducir al alumno a la búsqueda del conocimiento objeto de estudio, estimular su capacidad de reflexión, guiarlo para que indague, investigue y llegue a sus propias conclusiones; para lo cual los impulsos que se plantean a los estudiantes deben ser formulados con claridad e inteligencia, y presentados en el momento preciso (Paul Torres , 1986; García García, J.J., 2000).

El Heurístico que se propone en este trabajo (Ver Cuadro), responde a una exigencia de la praxis del proceso docente-educativo de los ISP, pues los alumnos del 4^{to} año de la carrera de Química se encuentran realizando la práctica laboral concentrada, en diferentes escuelas de la Provincia. La anterior situación plantea cambios en las actividades experimentales; como parte de estos cambios, está el realizar las prácticas de laboratorios en los días de encuentros en el ISP, mediante la introducción de estrategias de enseñanza para un aprendizaje como investigación guiada (Mancebo, O., 2000; Gil Pérez, D. y Valdés Castro, P., 1996; Paul Torres , 1986).

El material didáctico que se propone permite complementar la preparación teórica necesaria en la formación de la habilidad experimental “Resolver problemas experimentales cuantitativos”, del Sistema de Habilidades Experimentales específicas, de la disciplina Métodos de Análisis Químico.

Se considera que al ser utilizado el Heurístico, por parte de los estudiantes, el mismo les brinda la orientación adecuada para el trabajo de resolución de situaciones problemáticas experimentales, en los laboratorios docentes de química.

Procesos problemáticos	HERRAMIENTAS HEURÍSTICAS
1. Identificación de la situación	Verificar sus conocimientos y

<p>problémica. Objetivo: Interiorizar sobre lo desconocido y sobre lo que debe ser buscado.</p>	<p>limitaciones Elaboración de interrogantes generales sobre el problema.</p>
<p>2. Análisis de sus procedimientos personales para la solución de problemas. Objetivo: Valorar los procesos metacognitivos acerca del conocimiento (procedimientos personales)necesarios para resolver el problema experimental.</p>	<p>Identificar sus ideas para la solución de problemas. Escritura de la guía heurística personal. Comparar con el Heurístico propuesto.</p>
<p>3. Análisis cualitativo de la situación problémica, lo que implica el planteamiento y representación del problema, así como la toma de decisiones. Objetivo: Comprender el problema, dándole forma inteligible para reestructurarlo cognitivamente.</p>	<p>Representación del problema en forma de diagramas de flujo, mapas conceptuales, tablas, datos, ecuaciones, relacionar genéticamente, y otros. Extraer la información explícita e implícita, que ofrece el problema. Determinación de los factores experimentales involucrados.</p>
<p>4. Internalización del problema. Objetivo: Establecer relación entre el problema y los conocimientos adquiridos en la asignatura.</p>	<p>Formulación de preguntas operativas sobre el problema, como las siguientes: - ¿Qué condiciones presenta el problema?, ¿Qué información poseo sobre el problema? - ¿Cómo saber cuándo se ha resuelto el problema?, ¿Qué hacer para resolver el problema?, ¿Cómo garantizo que el resultado es el esperado?. Reconocimiento de las variables experimentales relacionadas con el problema, y la relación entre ellas. Determinación de las condiciones impuestas por el problema, incluida la aplicación de ciertos procedimientos. Utilización de procedimientos de solución de problemas ya</p>

	<p>resueltos con transferencia de procedimientos a la solución del problema actual.</p> <p>Establecer dependencias causales entre los elementos del problema y subobjetivos.</p> <p>Dividir el problema en subproblemas, para proceder a su resolución secuencial, por partes.</p>
<p>5. Actualización de los contenidos precedentes y estudio de la estructura interna de las habilidades experimentales específicas de Análisis Químico.</p> <p>Objetivo: Estudiar los conocimientos y habilidades experimentales precedentes, que constituyan prerrequisitos para solucionar el problema, e iniciar el proceso de formación de las habilidades experimentales específicas.</p>	<p>Establecer las relaciones entre los nuevos contenidos y los precedentes.</p> <p>Estudiar la estructura interna (operacionalización) de las habilidades experimentales.</p>
<p>6. Formulación de hipótesis .</p> <p>Objetivo: Establecer las posibles soluciones hipotéticas del problema.</p>	<p>Elaboración de cadenas de asociación, juicios y deducción a partir del estado inicial del problema.</p> <p>Formulación de múltiples formas de resolver el problema.</p>
<p>7. Diseño de procedimientos de solución.</p> <p>Objetivo: Elaboración de una serie de procedimientos, con un sistema de operaciones coordinadas en un protocolo, para resolver el problema.</p>	<p>Planteamiento de las decisiones principales basado en la representación cualitativa de los aspectos claves del problema.</p> <p>Generación de ideas, pudiéndose utilizar la tormenta de ideas, y selección posterior de las mejores para el diseño de la resolución.</p> <p>Razonamiento inverso desde el estado final al inicial.</p>

<p>8. Adaptar procedimientos experimentales. Objetivo: Determinación de las condiciones experimentales óptimas, necesarias para ejecutar la actividad, al contextualizar los diseños teóricos de resolución de problemas, a las condiciones disponibles en el laboratorio docente y seleccionar el procedimiento a ejecutar.</p>	<p>Contextualizar las exigencias de equipos, reactivos y útiles provenientes del procedimiento propuesto, a las condiciones reales del laboratorio docente. Realizar un inventario de equipos, reactivos y útiles, que demande cada procedimiento de solución diseñado. Sustitución de reactivos y útiles. Elaborar un nuevo procedimiento, si fuese necesario.</p>
<p>9. Ajuste del diseño del experimento. Objetivo: Concretar el procedimiento de solución en un diseño experimental.</p>	<p>Concretar el diagrama de flujo. Determinar las observaciones a realizar. Determinar las mediciones a ejecutar. Garantizar que los equipos estén calibrados, y los reactivos en óptimas condiciones. Diseñar el montaje del aparato. Determinar y estudiar las medidas de seguridad.</p>
<p>10. Solución de la situación problémica. Objetivo: Resolver el problema experimentalmente.</p>	<p>Resolución fundamentada, explicando cada procedimiento utilizado. Verbalización del procedimiento al anotar y comunicar cada paso seguido, para construir una memoria escrita sobre el proceso de resolución del problema.</p>
<p>11. Elaboración de memorias científicas. Objetivo: Completar la estructura cognitiva del alumno.</p>	<p>Análisis de dificultades al anotar y comunicar cada una y determinar sus causas, para no volver a repetir los mismos errores. Comentar verbalmente el significado de los resultados numéricos obtenidos y el procedimiento general para llegar al mismo.</p>
<p>12. Control de procesos y de la solución del problema. Objetivo: Controlar la calidad de los procesos llevados a cabo en la</p>	<p>Lista de interrogación: - Sobre la respuesta: ¿Es razonable el valor?, ¿Se ajusta a estimaciones y predicciones razonables?, ¿Puede obtenerse de un modo diferente?, ¿Puede</p>

<p>resolución ,y de las soluciones dadas al problema. Tomar conciencia de los procedimientos realizados y de los posibles errores experimentales cometidos.</p>	<p>compararse y reducirse a resultados conocidos?, ¿Puede ser utilizada para producir algo que se conozca?.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobre el procedimiento: ¿Utiliza todos los datos pertinentes?, ¿Tiene en cuenta el análisis de dimensiones y escalas?. <p>Análisis de logros al resolver el problema y comparación con las perspectivas iniciales. Determinar las causas de los errores experimentales.</p>
<p>13. Elaboración de nuevos problemas. Objetivo: Reconocer elementos y relaciones implicados en un problema, además de los conceptos y procesos necesarios para su resolución, desde la óptica del diseñador.</p>	<p>Consideración de perspectivas y preguntas abiertas por el problema resuelto. Abordaje del mismo problema en un nivel de mayor complejidad. Consideración de las implicaciones teóricas o prácticas de las respuestas dadas al problema. Reelaboración de problemas resueltos en otros contextos y condiciones iniciales.</p>

El Heurístico es entregado a los estudiantes, en soporte magnético, con suficiente tiempo de antelación a la realización de la práctica de laboratorio, y con ejemplos de cómo utilizar el mismo.

Para su construcción se procedió con la mayor precisión posible en el planteamiento de los procedimientos a seguir por el estudiante, con el fin de que les sea comprensible. Para su elaboración se tuvo en cuenta lo propuesto por García García, J.J., (2000), haciéndose algunas modificaciones que respondan a las exigencias que imponen los métodos de análisis químico.

Un aspecto importante, para el uso de la propuesta heurística, fue la explicación que se realizó con los alumnos sobre las ventajas que ofrece el empleo del Heurístico.

El heurístico se implementó en la asignatura Métodos Químico – Físico de Análisis, con los estudiantes de 4^{to} año de la Carrera de Química, en el curso 2001-2002. Los resultados obtenidos con la aplicación del heurístico, en el primer laboratorio, nos permitió constatar que los Procesos Problémicos, que con mayor grado de dificultad presentaron los estudiantes, estaban los siguientes:

- ✓ Análisis cualitativo de la situación problémica, lo que implica el planteamiento y representación del problema, así como la toma de decisiones.
- ✓ Internalización del problema.
- ✓ Formulación de hipótesis.

- ✓ Diseño y selección de procedimientos de solución.
- ✓ Control de procesos y de la solución del problema.

A medida que fueron transcurriendo las prácticas de laboratorio, los alumnos mostraron dominio en el uso del heurístico, puesto que el número de Procesos Problémicos con dificultad para su uso, fue disminuyendo. Es de destacar que, las que más incidían, estaban relacionadas, precisamente con las actividades mentales, que imponía la nueva forma de realizar las prácticas de laboratorio; es decir, la relacionada con el uso de las fases del método experimental. Esto se explica, por la tradición en la experimentación en las ciencias experimentales que aún impera en los laboratorios docentes, de realizar las actividades experimentales, a través de las llamadas “recetas de cocina”.

Conclusiones.

El procedimiento didáctico ofrece una guía a los estudiantes, para la formación de las habilidades experimentales, y en específico en la resolución de problemas experimentales.

La efectividad de este procedimiento se ha podido constatar en los laboratorios de la asignatura Métodos Químico - Físicos de Análisis, lo que nos permitió precisar que su empleo contribuye a mejorar los resultados obtenidos en la formación de las habilidades experimentales en los estudiantes, de una forma progresiva.

Bibliografía.

- Torres P. El método heurístico en la enseñanza de la Matemática del nivel medio general. Revista Educación, Enero - mayo, No. 60, Año XVI, Ciudad de la Habana, 1986.
- Martínez Llantada, M. La enseñanza problémica y el desarrollo de la creatividad. Ciudad de la Habana, 1983.
- Majmutov, M. I. La Enseñanza problémica. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1983.
- García, García, J.J. La solución de situaciones problémicas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la Química. Enseñanza de las Ciencias, Vol.18, No. 1, 2000, 113 - 129 p.
- Mancebo, O. Una metodología para la formación de habilidades experimentales de la Química General. Tesis en opción al título de Máster en didáctica de la Química, ISP “José de la Luz y Caballero”, 2000, Holguín.
- Gil Pérez, D. et al. Temas escogidos de la didáctica de la física. Editorial Pueblo y Educación, 1996, 122p.
- Escalona Serrano, E. y Gonzalez Dosil, M.C. (1998). ¿Aprender Descubriendo?: una nueva tendencia en la Educación Matemática. En: Tendencias Iberoamericanas en la Educación Matemática. I. S. P. “Enrique José Varona”, Facultad de Ciencias, Departamento de Matemática-Computación, Ciudad de la Habana.

