

DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO DE LA PAPA Y LA ZANAHORIA: UN EJEMPLO DE INVESTIGACIÓN GUIADA EN QUÍMICA

Armando Carrasquero D.
(UPEL-Maracay)

RESUMEN

Siempre ha existido mucho interés en buscar estrategias educativas que permitan la integración de la teoría y la práctica en los cursos básicos de química. Las actividades de laboratorio tradicionales no han demostrado ser las mejores alternativas para que el alumno logre esa integración y con ello un aprendizaje significativo de los conceptos más importantes de esta ciencia. El presente trabajo propone una metodología que, basada en cuatro etapas, podría conducir al alumno hacia un aprendizaje significativo. Las primeras etapas buscan indagar el nivel actual de conocimientos que posee el alumno con respecto a un tema en particular que se le ha sido asignado bajo la forma de un problema que él debe resolver. Posteriormente se establecen las estrategias para la adquisición de nuevos conocimientos relativos al tema y, más adelante, se diseñan experimentos que pueden ser ejecutados dentro o fuera de la escuela, con materiales que, hasta donde sea posible, deben ser conseguidos por el propio estudiante. Con la ejecución de los experimentos, el análisis de los datos y la presentación de resultados, finaliza el ciclo. Para ejemplificar la aplicación de la propuesta, se ha planteado la necesidad de la determinación práctica del calor específico de la papa y la zanahoria, se detallan los conocimientos de entrada, los experimentos y resultados obtenidos. Se considera que esta estrategia podría contribuir a mejorar el proceso de enseñanza de la química fundamental en las escuelas.

Palabras clave: Integración; Práctica; Calor Específico; Experimentos.

Specific heat determination of the potato and the carrot: An example of guided investigation in chemistry

ABSTRACT

There has always been concern in searching educational strategies which may allow the integration of theory and practice into the basic courses of chemistry. The traditional laboratory activities have shown not to be the best choices for the student to achieve that integration along with a significant learning of the most important concepts of chemistry as a science. The present work proposes a methodology which, based in four stages, could lead the student to a significant learning. The first stages seem to examine the actual level of knowledge that the student has in relation to a particular assigned theme under the shape of a problem that he must solve. Subsequently, the strategies for the acquisition of new knowledge related to the theme are established, then the experiments, which can be done inside or outside the school with materials that must be found by the same students whenever possible, are designed. The cycle ends with the execution of experiments, the analysis of the data and the presentation of results. To make an example of the application of this proposal, the need for the practical determination of the specific heat of the potato and the carrot is outlined, and the entry knowledge, the experiments, as well as the results obtained, are detailed. It is considered that this strategy could contribute to improve the fundamental chemistry teaching process at schools.

Key Words: Integration; Practice; Specific Heat; Experiments.

Introducción

Un componente importante en los cursos básicos de química es la termoquímica, que se encarga de estudiar las transferencias de energía calorífica asociadas a las transformaciones de las sustancias (Sienko y Plane, 1961). Debido a que estos cursos tienen como propósito que el alumno adquiera una sólida formación en los conceptos químicos fundamentales, es muy importante reforzar las clases teóricas con actividades prácticas que motiven al estudiante a pensar y repensar los principios estudiados en el aula.

Por este motivo, las actividades de laboratorio no deberían ser consideradas como la aplicación mecánica de una serie de conceptos, en una secuencia preestablecida en un manual, donde el estudiante simplemente sigue una serie de pasos, realiza cálculos y obtiene resultados, sin comprender su significado, limitando de esta forma la integración de la práctica con la teoría (Morales, 2000).

Con esta investigación se propone una forma diferente de entender el papel del trabajo de laboratorio en el aprendizaje de los conceptos químicos. Se trata de dar una vi-

sión más integral y de ampliar el término “trabajo de laboratorio”, puesto que una actividad práctica no tiene que limitarse al contexto escolar, por el contrario, cualquier ambiente puede ser adecuado para el aprendizaje de la química.

El enunciado de conceptos, principios, leyes, uso de técnicas, entre otros aspectos que debe manejar el alumno, no son el fin último del aprendizaje, más bien son considerados como herramientas que pueden ser empleadas en la resolución de un problema específico. Es decir, la finalidad de la enseñanza no es que el alumno sea capaz de dar una definición de calorimetría; lo que interesa es que pueda aplicar la calorimetría en la búsqueda de la respuesta a un problema o en la interpretación de un fenómeno, ya que esto representaría el logro de un nivel más avanzado de conocimiento.

Este enfoque se basa teórica y metodológicamente en el aprendizaje por descubrimiento (Domin, 1999), el docente debe ofrecer al alumno problemas que deben ser enfrentados usando los conocimientos que ya tiene y otros que debe incorporar de una forma lógica y coherente. Para ello es necesario cubrir distintas etapas que

conduzcan hacia la construcción de ese cuerpo de conocimientos.

En ese sentido, son cuatro las etapas que se proponen en este trabajo:

Etapas I: Exploración de los conocimientos previos del alumno sobre el tema: aquí se hace un diagnóstico del nivel de entrada, esto con el propósito de identificar aquellos aspectos que deben ser profundizados, corregidos o reforzados. El docente desempeña el papel del experto para decidir qué tan adecuados son los niveles de entrada y qué medidas deben implementarse para mejorar cualquier deficiencia. En esta etapa los mapas de conceptos y mentales constituyen recursos muy adecuados para explorar esos conocimientos previos.

Etapas II. Adquisición de nuevos conocimientos: una vez hecho el diagnóstico anterior, el alumno comienza el aprendizaje de aquellos conceptos, técnicas, y otras herramientas que necesitará para enfrentar el problema. El docente desempeña el rol de un facilitador y orientador de la información, pero la responsabilidad del aprendizaje recae en el alumno.

Etapas III. Diseño de una estrategia para la resolución del problema: esta fase debe dar inicio a la integración entre la teoría y la práctica pues se diseñan experimentos que pueden realizarse dentro o fuera de la escuela. Con ello se busca que el alumno comprenda que en cualquier ambiente se pueden dar situaciones de aprendizaje. Los materiales a usar no tienen por qué ser equipos sofisticados del laboratorio químico, más bien se debe dar preferencia a materiales de uso común ya que con ello se superaría, en buena medida, las limitaciones de los laboratorios.

Etapas IV. Implementación de la estrategia diseñada: aquí se generarán los datos, por lo cual el alumno debe usar equipos de medidas, realizar observaciones, anotar resultados, chequear la calidad de los resultados y en general, aplicar las operaciones básicas de la investigación científica. La presentación pública de los resultados y la evaluación externa de la pertinencia de la respuesta es fundamental para completar el ciclo.

Esta propuesta metodológica debe ser comprendida como un proceso cíclico, ya que al finalizar la última etapa el alumno debe ser capaz

de regresar a la primera con el propósito de evaluar por sí mismo el nivel actual de sus conocimientos sobre el tema. Esto es muy importante ya que el verdadero aprendizaje se produce cuando el alumno es capaz de reconocer hasta dónde ha avanzado en la construcción del conocimiento.

El propósito de este trabajo es ejemplificar la aplicación de la metodología propuesta a un caso específico, a fin de visualizar cada una de las etapas. Considérese que se ha planteado la siguiente pregunta:

¿Cuánto calor es necesario aplicar a la papa y a la zanahoria para que puedan comerse?.

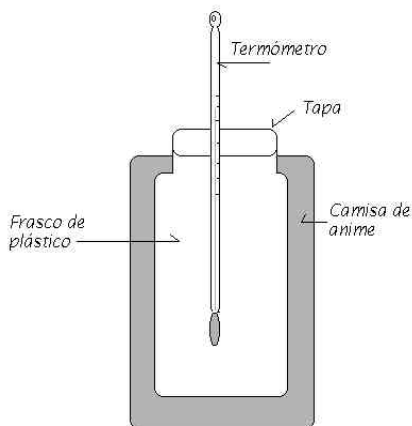
Materiales y Métodos:

La estrategia seleccionada para responder la pregunta se basa en la medición de calor transferido por el agua durante la cocción de la papa y la zanahoria, lo cual puede estimarse a través del calor específico. Para ello se requiere de equipos calorimétricos de bajo costo que puedan ser adquiridos por los alumnos. Un calorímetro simple, tal como el que se muestra en la Figura 1, está construido con un frasco de plástico recubierto por

una camisa de anime, que permita una difusión lenta del calor del ambiente hacia el interior del frasco y viceversa. Además se requiere de un termómetro de 0 °C a 100 °C, una balanza de dos decimales, una olla casera y una cocina a gas.

Experimento 1. Estabilidad del calorímetro. Se agrega al calorímetro 200 g de agua calentada a 80 °C, y se mide la temperatura cada 30 minutos por 5,5 horas. El experimento se repite empleando 200 g de agua a 5 °C. Con esto se busca evaluar las entradas o salidas de calor desde los alrededores hacia el interior del calorímetro para así establecer el tiempo más conveniente de duración de los experimentos restantes.

Figura 1. Esquema de un calorímetro simple



Experimento 2. **Determinación del equivalente en agua del calorímetro:** por medio de la mezcla de 200 g de agua a una temperatura T_1 con 200 g de agua a una temperatura T_2 , se determina la cantidad de calor que absorbe o desprende el material del calorímetro y la parte sumergida del termómetro durante las mediciones de transferencia de calor.

Experimento 3. **Determinación del calor específico del hierro:** A fin de evaluar la confiabilidad de los resultados, se emplea como material de referencia un trozo de hierro al cual se le determina el calor específico de la siguiente forma: se colocan 200 g de agua en el calorímetro y se mide la temperatura inicial. Se pesa un trozo de hierro y se introduce en agua hirviendo por 2 minutos, se mide la temperatura del agua y se retira el trozo metálico que es inmediatamente introducido en el calorímetro, se tapa y se mide la temperatura en equilibrio.

Experimento 4. **Determinación del calor específico de la papa y la zanahoria:** muestras de papas y zanahorias pueden adquirirse en el mercado local. Deben ser lavadas con agua corriente y peladas a mano. Luego se cortan en trozos de

distintas masas, se pesan. Cada trozo por separado se coloca a calentar por 15 minutos en agua hirviendo, esto se puede hacer en forma simultánea o uno por uno, aun cuando se recomienda trabajar con un trozo a la vez. Al finalizar el tiempo se mide la temperatura de cada trozo, introduciendo el bulbo del termómetro en una hendidura hecha con el mismo termómetro con cuidado de no romperlo. Inmediatamente que se ha tomado la temperatura, el material vegetal se introduce en el calorímetro que contiene 200 g de agua a una temperatura conocida. Se mide la temperatura del agua a intervalos de 15 segundos hasta alcanzar el equilibrio térmico. Con los datos se realizan los cálculos necesarios para determinar la capacidad calorífica de ambos materiales.

Resultados

En las primeras dos etapas de la metodología, el alumno debe adquirir los conocimientos previos básicos para el diseño y ejecución de los experimentos. El primero de estos conocimientos se refiere al concepto de temperatura. Para un nivel de enseñanza básico, es suficiente que el estudiante interprete la temperatura como una sensación física que produce un cuerpo

cuando se entra en contacto con él. Es necesario además conocer que los cuerpos sufren cambios asociados a las variaciones de temperatura. Un ejemplo es la dilatación que experimenta un cuerpo cuando se incrementa su temperatura y esta propiedad se emplea para la medición de la temperatura con los termómetros de mercurio.

Cuando un cuerpo A a una temperatura T_A entra en contacto con otro cuerpo B a una temperatura T_B , y además $T_A > T_B$, la temperatura de B aumenta hasta que $T_A = T_B$. Las temperaturas se igualan debido a una transferencia de calor (Q), desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el de menor temperatura.

Las siguientes observaciones son importantes:

- La cantidad de calor transferida es proporcional a la temperatura.
- La constante de proporcionalidad se denomina *Capacidad calorífica del sistema* (C).

De lo anterior se deduce que, si los cuerpos A y B están en un sistema aislado, donde no hay intercambio de calor con el entorno, el cuerpo que está a mayor tempera-

tura transfiere calor al que está a menor temperatura. Es decir,

Si $T_A > T_B$ entonces:

- A cede calor $\Delta Q_A = -C_A (T - T_A)$ $\Delta Q_A < 0$
- B recibe calor $\Delta Q_B = C_B (T - T_B)$ $\Delta Q_B > 0$

Además, en un sistema aislado se debe cumplir que : $Q_A + Q_B = 0$. Cuando la capacidad calorífica se expresa en términos de una unidad de masa, se denomina *Calor específico* (C_e) y se calcula como $C_e = mC$. Representa la cantidad de calor que hay que suministrar a un kilogramo de la sustancia para elevar su temperatura 1 K. Según el sistema internacional de medidas, C_e se debe expresar como J/(kgK), donde J representa la unidad de energía Joule, la masa se expresa en kilogramos y la temperatura en la escala termodinámica. Finalmente, la ecuación para calcular la transferencia de calor entre los cuerpos se expresa en términos de la masa, calor específico y cambio de temperatura, de esta forma.

$$Q = \text{masa } C_e (T_f - T_o).$$

Los experimentos de transferencia de calor se realizan en un calorímetro que tiene una masa m_c y un calor específico C_c . Asimismo, la masa y el calor específico de la parte del termómetro sumergida en

el agua son m_t y C_t . Si una masa M de agua, a una temperatura T_0 se pone en contacto con otra masa de agua m a una temperatura T_1 , cuando se alcance el equilibrio térmico se tendrá la siguiente relación:

$$(M + m_c C_c + m_t C_t)(T_0 - T_0) + m(T_0 - T_1) = 0$$

La capacidad calorífica del calorímetro que viene dada por $m_c C_c + m_t C_t$ se denomina *equivalente en agua del calorímetro*, ya que representa la cantidad de agua que tiene la misma capacidad calorífica del vaso del calorímetro y de la parte sumergida del termómetro. Es un valor constante para cada calorímetro y debe ser determinada experimentalmente.

$$C_{eq} = \frac{(M + k)(T_0 - T_0)}{(T_0 - T_1) m}$$

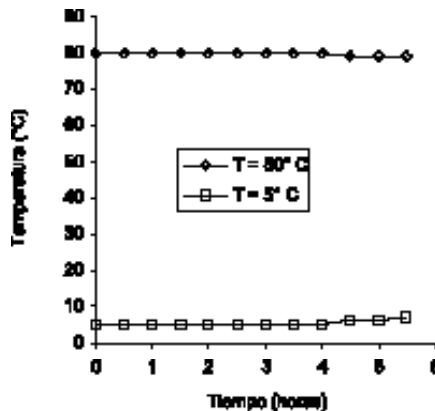
En base a las ecuaciones anteriores, el calor específico de un material desconocido puede calcularse con la siguiente ecuación:

Experimento 1: Estabilidad del calorímetro.

Al agregar 200 g de agua a 80° C al calorímetro, la temperatura se mantiene constante por 4 horas,

luego hay una ligera disminución, sin alcanzar la temperatura ambiental durante las cinco horas y media que duró el experimento (Figura 2). Lo mismo se observó al utilizar el mismo volumen de agua a 5 °C. Esto demuestra que el calorímetro de bajo costo es adecuado para los experimentos siguientes, ya que puede despreciarse los intercambios de calor del interior hacia los alrededores.

Figura 2. Estabilidad de la temperatura interna del calorímetro

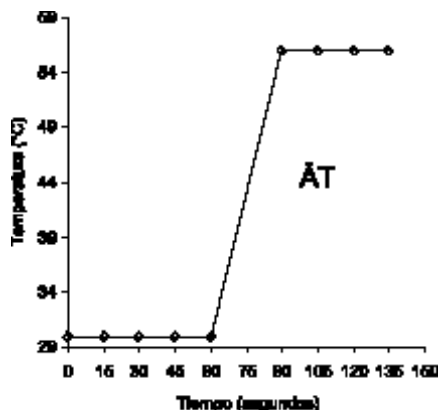


Experimento 2. Determinación del equivalente en agua de calorímetro (k).

El cuadro 1 resume los resultados de la determinación de k. La transferencia de calor desde la masa de agua a mayor temperatura, provoca un aumento de la temperatura del agua más fría. El valor absolu-

to de este cambio se determinó por método gráfico (Figura 3), que consiste en graficar las temperaturas medidas en un intervalo de tiempo antes y después de la mezcla. De esta forma se obtiene más fácilmente el cambio de temperatura (ΔT). Aplicando las ecuaciones deducidas anteriormente se obtiene el equivalente en agua del calorímetro (Burmínstova y Col. 1977).

Figura 3. Determinación gráfica del cambio de temperatura en la determinación del equivalente en agua del calorímetro.



Cuadro 1. Determinación del equivalente en agua del calorímetro (k)

Tiempo (Segundos)	Repeticiones				
	I	II	III	IV	V
0	30	30	31	30	30
15	30	30	31	30	30
30	30	30	31	30	30
45	30	30	31	30	30
60	30	30	31	30	30
90	52	56	53	52	55
105	52	56	53	52	55
120	52	56	53	52	55
135	52	56	53	52	55
T_1 (°C)	80	89	81	80	85
$T_r - T_1$ (°C)	28	33	28	28	30
$T_r - T_0$ (°C)	22	26	22	22	25
$Q_{descendido}$ (J)	18418.1	21767.2	18418.4	18418.4	20930.0
$Q_{absorbido}$ (J)	23441.6	27627.6	23441.6	23441.6	25116.0
Q (J)	5023.5	5860.4	5023.2	5023.2	4186.0
k (J/kg.K)	228.3	225.4	228.3	228.3	167.4
k promedio	215,5 ± 26,9				

Para determinar el valor de k se hicieron cinco repeticiones, a fin de que el estudiante comprendiera que una única determinación es insuficiente para obtener un valor representativo. Al repetir el expe-

rimento varias veces se pueden apreciar las diferencias entre los resultados que están asociados a los errores propios de cualquier medición. El resultado final debe ser representado como un intervalo, que resulta de sumar y restar la desviación estándar al promedio.

El coeficiente de variación (CV), que es el cociente de la desviación estándar entre el promedio (Miller y Miller, 1993), es una medida de la calidad del resultado ya que indica la reproducibilidad del método empleado. En este caso en particular y para las condiciones experimentales se obtiene un CV de 12.5 %, que puede ser considerado satisfactorio. Sin embargo, el alumno debe discutir sobre la reproducibilidad del método en términos de este coeficiente.

Experimento 3. Determinación del calor específico del hierro

Los experimentos anteriores han producido dos resultados: el tiempo de estabilidad de las condiciones adiabáticas del calorímetro casero y el equivalente en agua del aparato. El alumno debe preguntarse en este momento ¿Qué tan verdaderos o reales serán los valores de calor específico que se obtengan al utilizar el calorímetro?. Esta es una pregunta muy frecuente en la investigación química, ya que es fundamental determinar la validez y confiabilidad de los resultados que sustentarán los análisis y conclusiones.

Actualmente se hace un uso creciente de materiales estándares de referencia (MER), es decir, sustancias cuyas composiciones químicas y propiedades son conocidas y están estandarizadas, por lo que el método que se esté utilizando debe dar un resultado cercano con el reportado para la propiedad que se

Cuadro 2 : Determinación del calor específico del hierro

	Repetición			
	I	II	III	IV
T_1 (°C)	30	30	30	30
T_F (°C)	93	96	96	97
T_2 (°C)	31	31	31	31
$T_F - T_1$ (°C)	1	1	1	1
$T_F - T_2$ (°C)	62	65	65	66
$Q_{calentamiento}$ (J)	215.5	215.5	215.5	215.5
$Q_{enfriamiento}$ (J)	837.2	837.2	837.2	837.2
Masa Fe (g)	30.56	30.56	30.56	30.56
C_{Fe} (J/kgK)	555.6	530.0	530.0	521.9
C_{Fe} promedio	534.4 ± 14.7			

está midiendo. En este caso, no se pretende que el alumno disponga de un MER, sino que entienda su importancia. En este ejemplo se sugieren distintos materiales, como por ejemplo: hierro, aluminio, madera, para los que la bibliografía refiere valores de calor específico. De esta forma se tendría algo cercano a un MER.

Por ejemplo, la literatura señala para el hierro los siguientes valores de calor específico:

Resnick y Hallyday (1967)	498.1 J/kgK
Koshkín (1980)	450.0 “
Sears (1980)	473.0 “
Sienko y Plane (1961)	452.0 “
Wood y col. (1974)	460.5 “
Promedio \pm desv. Estándar	466.7 \pm 19.7

Debido a que las referencias aportan valores distintos, se ha considerado tomar un promedio con su respectiva desviación, a fin de tener un valor de referencia contra el cual comparar el calor específico determinado en este trabajo (cuadro 2), sin embargo, en la medida de lo posible sería más conveniente emplear materiales certificados.

El calor específico determinado por el método propuesto está cercano al señalado en la literatura, el

error relativo de la determinación es del 14.5 %, que puede considerarse aceptable si se toma en cuenta las condiciones del experimento. De tal manera que se puede afirmar que el calorímetro casero produce resultados con un error inferior al 20 %, que es aceptable para un experimento escolar y permite al estudiante estar razonablemente seguro de los valores que obtenga y de las interpretaciones que se desprendan de esos valores. Al mismo tiempo es necesario señalar que el alumno debe reconocer la importancia de obtener errores relativos bajos ya que ello determinaría la calidad de sus resultados.

Experimento 4. **Determinación del calor específico de la papa y la zanahoria.**

En este momento del trabajo, el alumno debe conocer la composición química proximal de la papa y la zanahoria crudas, principalmente el contenido de almidón y la naturaleza de los procesos de gelatinización, que son los responsables de la ruptura de los gránulos y de hacer que las cadenas de amilosa y amilopectina sean biodisponibles al ataque enzimático.

Cuando estos vegetales son cocidos en agua, se produce el hinchamiento y fractura de los gránulos de almidón, lo que se evidencia en un ablandamiento del tubérculo hasta que está listo para ser consumido. Este proceso es uno de los responsables de la cantidad de calor que absorbe el material vegetal. Los resultados de este trabajo muestran que los calores específicos de la papa y la zanahoria (cuadro 3) son mucho más elevados que el obtenido para el trozo de hierro, ya que en el metal sólo se produce la excitación de los átomos de Fe, mientras que en los vegetales se producen los procesos químicos y físicos ya descritos.

Estos resultados no sólo tienen implicaciones educativas, sino que además el conocimiento del calor específico de estos materiales pue-

de ser de importancia para la industria, ya que el calor requerido para su cocción representa un gasto en fuentes energéticas que podría ser calculado y optimizado sobre la base de este tipo de información.

Conclusiones

En el presente trabajo, el estudiante por sí mismo debe construir en su mente un cuerpo de conocimientos químicos fundamentales que le permitan dar respuesta a una pregunta e interpretar el significado de su respuesta. La actividad práctica es considerada como la operacionalización de la teoría, donde los conceptos, principios, técnicas, y demás términos pasan a ser herramientas de trabajo. Se considera que no es suficiente que el estudiante pueda repetir un con-

Cuadro 3. Determinación del calor específico de la papa y la zanahoria

	Zanahoria		Papa	
Massa (g)	27,09	20,40	31,39	31,82
T ₁ (°C)	28	29	28	29
T ₂ (°C)	34	33	34	34
T _{problema} (°C)	93	83	64	72
T ₁ -T ₂	6	4	6	5
T _{problema} - T ₂ (°C)	59	50	30	38
Q _{agua} (J)	5023.2	3348.8	5023.2	4186.0
Q _{calentamiento} (J)	1293.0	862.0	1293.0	1077.5
Q _{vegetal} (J)	6316.2	4210.0	6316.2	5263.5
C _s (J/kg.K)	3951.8	4128.2	6707.2	4353.0
C _s promedio ± s	4040,0 ± 124,7		5530,1 ± 1664,7	

cepto o resolver un problema numérico, ya que eso tiende a transformar el aprendizaje en una actividad mecánica y sin sentido práctico. Por el contrario, cuando el alumno es capaz de utilizar el concepto para responder una interrogante de la vida diaria, se produce un aprendizaje de un nivel cognitivo mayor, ya que lo que aprende en la escuela pasa a ser significativo para resolver sus problemas en la cotidianidad. Ésta es, quizás, la mayor importancia de los conocimientos que deben impartirse en la instituciones educativas, es decir, lo aprendido debe ser útil.

Las limitaciones de dotación en los laboratorios escolares no tiene por qué impedir que estas estrategias se lleven adelante. Muchos objetos comunes pueden ser usados para realizar la mayoría de las mediciones que se exigen en los programas educativos. Lo único que hay que tener en cuenta es la precisión y exactitud de las medidas y el establecimiento de las condiciones adecuadas para el estudio de un valor experimental. Para esto no es fundamental disponer del mejor instrumento de medida. Lo importante es hacer la medición y estar consciente de su valor. Lo fundamental es el manejo de la base conceptual y la moti-

vación hacia el estudio que deben adquirirse en la escuela, pues no tiene sentido disponer del mejor equipo del mundo si se carece de estas aptitudes.

Referencias

- Burmínstrova, O.A.; Karapetiants, M.J.; Karétnikov, G.S.; Kudriashov, I.V.; Kiseliyova, E.V., Starostenko, E.P. y Jachaturipan, O.V.(1977). *Prácticas de Química Física*. Moscú: Editorial Mir.
- Domin, D. (1999). A content analysis of general chemistry laboratory manuals for evidence of higher-order cognitive tasks. *Journal of Chemical Education*. 76 (1), 109-112.
- Koshkín, S. (1980). *Manual de Física*. Moscú: Editorial Mir.
- Miller, J.C. y Miller, J.N. (1993). *Estadística para química analítica*. Addison-Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware.
- Morales, E. (2000). *Evaluación de tres estrategias metodológicas en la ejecución de los trabajos prácticos de labo -*

ratorio de química inorgánica II, del Instituto Pedagógico de Maracay. Tesis de Maestría. Maracay. Trabajo de grado de Maestría no publicado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico Experimental de Maracay
Rafael Alberto Escobar Lara, Maracay.

Resnick, R. y Halliday D. (1967). *Física . Tomo I.* México: John Wiley and Sons.

Sears, F. (1980). *Fundamentos de Física. Tomo I: Mecánica, Calor y Sonido.* Madrid: Aguilar.

Sienko, M y Plane, R. (1961). *Chemistry.* Tokio: Mc.Graw-Hill Book Company.

Wood, J.; Keenan C. y Bull, W. (1974). *Química General.* México: Editorial Harla.