

APRENDIZAJE ACTIVO DE DESTREZAS BÁSICAS DEL LABORATORIO QUÍMICO.

ACTIVE LEARNING OF THE BASICS ABILITIES OF THE CHEMICAL LABORATORY

Hilda González Medina; Iraida Spengler Salabarría; Gonzalo Vidal Castaño

Departamento de Química General. Facultad de Química. Universidad de la Habana. Cuba.

Zapata s/n entre Carlitos Aguirre y G. Vedado. Ciudad de la Habana. Cuba. CP 10400; Dirección

electrónica: <hilda_gonzalez_00@yahoo.com>, <iraida@fq.uh.cu>.

RESUMEN

En este trabajo se discute la organización y validación de un curso de prácticas de laboratorio de Química General, que contribuya a elevar la calidad del aprendizaje de las destrezas básicas del laboratorio químico. Para el desarrollo de las prácticas de laboratorio se emplea el método investigativo como método pedagógico. Unido a ello, se aplica la teoría de P. Ya. Galperin sobre la formación por etapas de las acciones mentales, al aprendizaje de las acciones de pesar en balanza técnica, usar el quemador de gas, filtrar por gravedad, filtrar a presión reducida, preparar disoluciones en matraz volumétrico, medir volúmenes con pipeta y con bureta, y valorar disoluciones empleando el método volumétrico de análisis químico.

Palabras clave: Química General; Laboratorio; Método científico; Prácticas de laboratorio.

ABSTRACTS

In this paper, the authors discuss the organization and validation of a practical laboratory course of General Chemistry which should increase the quality of the learning of the basic abilities of the chemical laboratory. The investigative method was used as a pedagogic method for the development of the laboratory practices. The Galperin theory, about the formation of stages of mental actions, was applied in the learning of basic abilities, such as: weighing on a technical scale; using the burner filtering; filtering under reduced pressure; preparing solutions in a volumetric flask; measuring volumes with a pipette and a burette; and standardizing solutions using the volumetric method of chemical analysis.

Keywords: General chemistry; laboratory; Scientific Method; laboratory practices.

INTRODUCCION

Los estudios sobre prácticas de laboratorio han adquirido un nuevo impulso en los últimos tiempos, apareciendo con frecuencia trabajos críticos y también propuestas de innovación.

Estudios realizados sobre trabajos prácticos de Química en universidades inglesas, plantean los malos resultados en cuanto a la construcción de conocimiento científico, adquisición de destrezas, actitudes positivas de los alumnos, etc. (Johnstone; Letton, 1990) (Maester; Maskiel, 1993). Otros trabajos ponen de manifiesto la evolución de la actitud de los estudiantes hacia el laboratorio de Química General, en el primer curso de la universidad, y detectan los principales problemas que tienen éstos. Se plantea que los alumnos tienen una actitud positiva respecto al laboratorio de Química General, pero negativa en cuanto a la organización del mismo y al material presentado, ya que critican de forma generalizada el hecho de tener que seguir los manuales como “recetas de cocina”, en los trabajos prácticos de laboratorio (Insausti, 1997).

Gil Pérez y col.(Gil; Valdés; 1996), plantean la remodelación de las prácticas habituales para convertirlas en una aproximación a una investigación dirigida.

Entre los métodos de la enseñanza problémica se encuentra el método investigativo, cuyo valor pedagógico radica en que vincula a los estudiantes con la metodología de la investigación científica, dirigiéndolos hacia la búsqueda independiente de la solución a un determinado problema, a través de

todas o la mayor parte de las etapas del proceso de investigación.

Este método pedagógico tiene un gran efecto motivacional y promueve un aprendizaje verdaderamente productivo, a la par que permite desarrollar valores relacionados con el trabajo científico (Vidal, 1999). En la enseñanza tradicional las prácticas de laboratorio son un tipo de clase donde el alumno va a realizar determinados experimentos, con el fin de comprobar empíricamente teorías, conceptos o leyes que anteriormente le había comunicado el profesor. Al introducir el método investigativo, la práctica de laboratorio se convierte en una actividad en la que el alumno va a comprobar lo que él ha pensado, acerca de la información que ha obtenido y procesado por sí mismo, con la orientación y la ayuda sistemática del profesor.

Se distinguen tres fases del método investigativo: fase de orientación, fase de ejecución y fase de comunicación (Colectivo de autores, 1996); que guardan relación con los cuatro momentos funcionales mediante los cuales se desarrolla la actividad humana, según la Teoría de la Actividad (Leontiev, 1981); orientación, ejecución, control y corrección.

La fase de orientación comienza con el planteamiento de un problema abierto al alumno, que contenga elementos conocidos y otros desconocidos por él, sobre el objeto de estudio.

En el cuadro siguiente se comparan el problema científico y el problema docente investigativo (Colectivo de autores, 1988).

	PROBLEMA CIENTÍFICO	PROBLEMA DOCENTE
Origen	El problema científico lo delimita el propio investigador. Surge y se manifiesta en él como expresión de la contradicción entre los conocimientos científicos que existen sobre la determinada esfera de la realidad (objeto de estudio) y lo que desconoce acerca de la misma. Responde a imperativos del desarrollo	El problema docente investigativo se lo plantea el profesor al alumno. Realmente llega a constituir un problema cuando en el estudiante surge la contradicción entre los conocimientos, habilidades y convicciones relacionados con el objeto de estudio que él ya posee y lo que

	social.	desconoce acerca del mismo.
Objetivos	El fin último del investigador esLa finalidad del alumno debe ser producir, difundir y aplicar nuevosadquirir nuevos conocimientos, conocimientos sobre determinadahabilidades, hábitos, actitudes, formas parcela de la realidad que constituye elde comportamiento y valores, objeto de estudio, para contribuir alrelacionados con el objeto de estudio, desarrollo social. necesarios para su crecimiento personal en el contexto histórico social en que vive.	
Vía de solución	El investigador, con la ayuda de laEl alumno, con la ayuda del profesor y experiencia social, da solución alde sus compañeros, da solución al problema empleando la metodologíaproblema empleando la metodología de investigación científica. investigación científica	
Resultados	Desconocidos por todos	Desconocidos por el alumno y conocidos por el profesor

No basta con plantearle el problema al estudiante, es necesario orientarlo en la búsqueda y en el aprendizaje de los nuevos conocimientos. Por ello, la orientación inicial que suministra el profesor al alumno debe tener en cuenta los aspectos siguientes: estrategias de aprendizaje para la búsqueda y procesamiento de la información; así como para la solución de problemas; materiales a estudiar para adquirir los conocimientos declarativos y procedimentales; así como destrezas; tareas, que pueden ser preguntas o subproblemas, que organizadas en secuencia guíen al alumno en el proceso de resolución del problema.

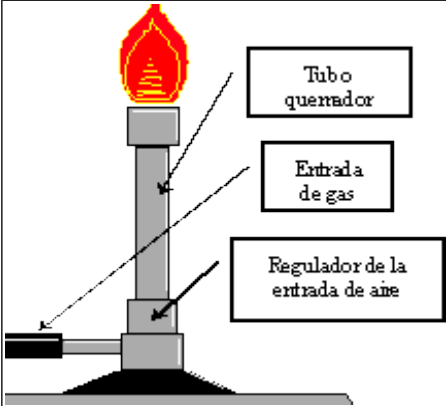
Las tareas o preguntas orientadas por el profesor deben posibilitar que el alumno logre una comprensión del problema, lo que significa que sea capaz de delimitar las variables y las posibles relaciones entre ellas, entonces se encontrará en condiciones de formular su hipótesis.

La fase de orientación o teórica, no concluye con la formulación de la hipótesis, pues incluye también la planificación del trabajo práctico, que bien orientado por el profesor puede llegar a ser el momento de mayor creatividad por parte del alumno.

La fase ejecutiva tiene lugar cuando los alumnos realizan el trabajo práctico en el laboratorio bajo la supervisión del profesor, con el objetivo principal de comprobar sus hipótesis. Esta es la fase de la

obtención de los resultados experimentales. La fase ejecutiva [(Galperin, 1974); (Galperin, 1986)], puede desglosarse en tres etapas fundamentales, la etapa material o materializada, la etapa verbal y la etapa mental.

En la **etapa material o materializada** el alumno lleva a cabo su actividad de forma externa, desplegando todas las acciones y operaciones que la componen con el auxilio del objeto real o de su materialización. Como medio de materialización se pueden utilizar tarjetas de estudio elaboradas por el profesor o el propio estudiante. Estas tarjetas son esquemas que contienen las acciones y operaciones que debe ejecutar el estudiante en la actividad a realizar (Sálmina, 1988). A continuación se muestra un ejemplo de tarjeta de estudio.

TARJETA DE ESTUDIO SOBRE EL USO DEL QUEMADOR DE GAS	
	Acciones y operaciones
	1. Cerciórese que el regulador de la entrada de aire y la llave de suministro de gas estén cerrados.
	2. Encienda un cerillo y sosténgalo lateralmente por encima de la boca del tubo quemador.
	3. Abra la llave del suministro de gas y regule su corriente con la llave o con el regulador de la

	entrada de gas, si el quemador dispone de éste.
	4. Abra el regulador de la entrada de aire hasta lograr una llama no luminosa con sus tres conos bien definidos.

La etapa materializada requiere de un estadio inicial de trabajo individual del alumno con un apoyo externo, para lo que puede servirse de la tarjeta de estudio con el fin de poder orientarse en cada momento del desarrollo de su actividad. La ayuda del profesor debe estar presente, pero no consiste en darle respuesta a cada uno de los interrogantes del alumno, sino en suministrarle las pautas necesarias a seguir, para que él por sí mismo halle la respuesta a sus propios interrogantes e incertidumbres.

En la **etapa verbal o del lenguaje externo**, los elementos de la actividad deben presentarse en forma oral o escrita; ya en este momento el alumno debe tratar de realizar su actividad sin un apoyo externo. Se debe facilitar la comunicación entre los alumnos y exigirles la expresión verbal de las acciones, para que éstas se transformen de su forma objetiva a su forma conceptual en el lenguaje, es decir, se traduzcan a una lógica conceptual.

En la **etapa mental**, la actividad se automatiza y se reduce rápidamente para convertirse al final de la misma en un hecho del pensamiento. Aquí el trabajo del alumno debe ser individual. Por otro lado, las tareas deben ejecutarse sin ayuda, pues se supone que en esta etapa el alumno es capaz de orientarse por sí mismo en el problema para darle solución, ya que debe poseer desarrollados los niveles de generalización y reflexión necesarios para ello. Deben incluirse tareas similares a las de las etapas

anteriores, tareas de mayor complejidad que impliquen relaciones más numerosas y profundas, y tareas que exijan una solución creativa.

La **fase comunicativa** comprende el análisis de los resultados y la elaboración del informe de trabajo, que incluye las conclusiones y recomendaciones. Esta es una fase de suma importancia, porque es el momento en que el alumno debe analizar los resultados alcanzados, reflexionar sobre el trabajo realizado y arribar a generalizaciones, así como poner en juego sus habilidades comunicativas. Sin embargo, con frecuencia a esta fase se le confiere poca o ninguna importancia en la enseñanza de la Química, pues tradicionalmente se entiende que lo más importante es que el alumno obtenga resultados muy precisos y exactos en la realización de los experimentos.

Se ha demostrado que los estudiantes de Química en la educación superior pueden entrenarse en la metodología científica, aún en los comienzos de sus estudios [(Bonatti; Zurita; Solimo, 1995); (Vidal, 1999)]. Sin embargo, aun cuando se emplea el método investigativo en las prácticas de laboratorio, los estudiantes que egresan de la asignatura Química General en la Universidad de la Habana, presentan deficiencias en la ejecución de las destrezas básicas propias del trabajo en el laboratorio químico. Esto puede ser debido a que el aprendizaje de las mismas se realiza de manera tradicional, pues no se desarrolla a cabalidad la fase ejecutiva del método investigativo, en lo concerniente a dichas destrezas. En consecuencia, el problema científico de esta investigación expresa:

¿Cómo elevar la calidad de la formación de las destrezas básicas del laboratorio químico, en los alumnos de la carrera de Biología en la Universidad de la Habana, que cursan la Química General?

Como hipótesis se plantea que la organización de un curso práctico en el que se emplee el método investigativo en el desarrollo de las prácticas y se aplique la teoría de P. Ya. Galperin al aprendizaje de las destrezas básicas del laboratorio químico, contribuirá a elevar la calidad del aprendizaje de las mismas.

Así, el objetivo general de la investigación es establecer un curso de prácticas de laboratorio de la asignatura Química General para la carrera de Biología, que contribuya a la correcta formación en los estudiantes de las destrezas básicas del laboratorio químico.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

El curso de prácticas de laboratorio que constituye un tema de la asignatura Química General, se organiza en 8 prácticas, agrupadas en 2 ciclos de acuerdo con las destrezas que deben aprender los estudiantes .

Ciclo	Prácticas	Destrezas básicas
1	<p>Determinación del porcentaje de hidratación de una sal.</p> <p>Curva de solubilidad del KNO_3.</p> <p>Separación de los componentes, soluble e insoluble, de una mezcla binaria.</p> <p>Purificación del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.</p> <p>Purificación del NaCl comercial.</p>	<p>Pesar en balanza técnica.</p> <p>Usar el quemador de gas.</p> <p>Filtrar por gravedad.</p> <p>Filtrar a presión reducida.</p>
2	<p>Preparación de una disolución de NaOH y determinación por volumetría de la concentración de la misma.</p> <p>Determinación de la constante del producto de solubilidad del $\text{Ca}(\text{OH})_2$.</p> <p>Valoración por oxidación-reducción.</p>	<p>Medir volúmenes de líquidos con: pipeta y bureta.</p> <p>Preparar disoluciones en matraz volumétrico.</p> <p>Valorar disoluciones volumétricamente.</p>

En el diseño de cada ciclo de prácticas se tuvo en cuenta la introducción de las distintas destrezas a lograr y la secuencia en que serían aprendidas, garantizando un número de repeticiones de las mismas, que permitiera el tránsito por las distintas etapas de la fase ejecutiva.

El curso de prácticas se probó con los estudiantes del primer año de la carrera de Biología, de la Universidad de la Habana. Se organizaron dos grupos de 23 alumnos cada uno, atendidos por cuatro profesores: un grupo de control (GC) y un grupo experimental (GE). La conformación de los grupos se realizó a partir de los resultados de una encuesta realizada a los estudiantes al inicio del curso, de manera que fueran homogéneos en cuanto al nivel de desarrollo de las destrezas básicas del laboratorio químico que poseían en ese momento. A continuación se muestra un cuadro comparativo de la metodología seguida con cada grupo.

Momento del proceso	Grupo control (Método tradicional)	Grupo experimental (Método investigativo)
---------------------	---------------------------------------	--

<p>Fase orientativa</p> <p>Orientación del alumno para el desarrollo de la práctica</p>	<p>Se orienta a los alumnosSe plantea a los alumnos un problema y se le estudiar en el Manual desuministra una guía de autopreparación. Los Laboratorio la práctica a problemas se vinculan con la profesión que realizar y confeccionar unestudian. La guía contempla los aspectos informe previo que pretendeteóricos y empíricos a estudiar, así como comprobar lo estudiado. preguntas sobre el tema en cuestión, necesarios para la solución del problema.</p>
<p>Fase ejecutiva</p> <p>Desarrollo de la práctica</p>	<p>Antes de comenzar laAntes de realizar la práctica, los estudiantes práctica el profesor explica ydeben presentar y discutir sus hipótesis; así demuestra las acciones acomo la adecuación de la técnica operatoria. realizar por los estudiantes. El profesor no demuestra las acciones a realizar por los estudiantes.</p> <p>Los alumnos realizan las acciones “memorizando” loEl trabajo experimental lo desarrollan los explicado por el profesor. alumnos de forma independiente. En la etapa materializada, los estudiantes utilizan</p> <p>El profesor está atento a lacomo tarjetas de estudio las orientaciones actividad que ejecuta elsobre los pasos a seguir para realizar cada alumno para corregir lasdestreza, que aparecen en el Manual de equivocaciones que comete,Prácticas. La labor del profesor es facilitar la explicándole lo que debeactividad del estudiante, remitiéndolo a la hacer en cada momento. tarjeta de estudio, cada vez que detecta alguna equivocación o cuando el alumno le pregunta qué debe hacer.</p> <p>En la etapa verbal los alumnos deben explicar al profesor las acciones a ejecutar para llevar a cabo la destreza que están aprendiendo.</p> <p>Se considera que el alumno ha asimilado la destreza en el plano mental, cuando la realiza rápidamente sin apoyo externo.</p>
<p>Fase Comunicativa</p>	<p>Al final de la práctica elAl final de la práctica el estudiante analiza alumno elabora un informesus resultados, considerando los errores con los resultados obtenidosexperimentales y las posibles empíricamente y se loequivocaciones que ha cometido, para entrega al profesor para suelaborar sus conclusiones sobre la veracidad calificación. o no de su hipótesis, con lo que confecciona un informe que discute con el profesor.</p>

En el esquema se muestran a modo de ejemplos dos de los problemas planteados.

Práctica	Problema
5	El NaCl es un componente indispensable de los alimentos, es el origen del HCl contenido en el jugo gástrico y es componente integrante de la sangre, ya que la

	misma contiene aproximadamente $0,14 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaCl. ¿Será posible preparar 3L de solución isotónica con la sangre con el NaCl purificado por la técnica propuesta, partiendo de 25g de NaCl comercial?
6	Para la determinación del HCO_3^- presente en un extracto celular de hojas, es necesario utilizar una disolución de NaOH de concentración exacta. ¿Cree Ud. que al preparar dicha disolución su concentración coincida con la que se puede calcular a partir de la masa de NaOH empleada y el volumen de solución preparada?

La valoración de la calidad del aprendizaje de las destrezas por los estudiantes de los dos grupos, se realizó en la última práctica de cada ciclo, por profesores de experiencia, como observadores, que no habían tenido relaciones con los estudiantes y que conocían con anterioridad los aspectos que se consideran esenciales para cada destreza. La valoración de cada destreza se llevó a cabo mediante la escala siguiente:

Nivel 1	Ejecuta las destrezas correctamente y trabaja con independencia.
Nivel 2	Tiene deficiencias no esenciales en la ejecución de las destrezas y trabaja con independencia.
Nivel 3	Tiene serias deficiencias en la ejecución de las destrezas, pero trabaja con independencia.
Nivel 4	No es independiente en la ejecución de las destrezas.

Los resultados obtenidos se procesaron estadísticamente, mediante un estudio prospectivo de corte transversal. Este tipo de estudio consiste en valorar la probabilidad de que los individuos de un grupo experimental logren una mayor o menor calidad de la cualidad que se mide en comparación con los de un grupo de control, por lo que no pretende buscar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Para realizar este estudio se confecciona una tabla de contingencia de orden 2 para cada cualidad, como la que se muestra a continuación.

Grupo \ Calidad de la Cualidad	Alta	Baja
Control	Control alta (CA)	Control baja (CB)

Experimental	Experimental alta (EA) Experimental baja (EB)
--------------	--

Esta tabla permite calcular el estadígrafo θ , según: $\theta = [(EB \times CA) / (CB \times EA)]$

De manera que si:

- $\theta = 1$ Las variables, grupo y cualidad, son independientes
- $1 < \theta < \infty$ Los individuos del grupo experimental tienen más probabilidad de mostrar una baja calidad que los del grupo de control.
- $1 > \theta \geq 0$ Los individuos del grupo experimental tienen menos probabilidad de mostrar una baja calidad que los del grupo de control.

En este trabajo se considera que los alumnos que se sitúen en los niveles 1 y 2, demuestran una alta calidad en la ejecución de la destreza; en consecuencia, los que se ubiquen en los niveles 3 y 4, demuestran una baja calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las fig. 1-8 (ver abajo) se muestran los resultados obtenidos en los grupos experimental y de control, para cada una de las destrezas correspondientes a los dos ciclos de prácticas.

La calidad alcanzada por el grupo experimental en la mayoría de las destrezas es superior a la lograda por el grupo de control. El estudio prospectivo corrobora estos resultados.

Destreza	θ	Interpretación de θ
Pesar en balanza técnica	0	Los alumnos del GE tienen menos probabilidad de mostrar una baja calidad que los del GC.
Usar el quemador de gas	0,86	Los alumnos del GE tienen menos probabilidad de mostrar una baja calidad que los del GC.
Filtrar por gravedad	0,19	Los alumnos del GE tienen menos probabilidad de

	mostrar una baja calidad que los del GC.
Filtrar a presión reducida	0 Los alumnos del GE tienen menos probabilidad de mostrar una baja calidad que los del GC.
Preparar disoluciones en matraz volumétrico	2,08 Los alumnos del GE tienen más probabilidad de mostrar una baja calidad que los del GC.
Medir volúmenes con pipeta	0,46 Los alumnos del GE tienen menos probabilidad de mostrar una baja calidad que los del GC.
Medir volúmenes con bureta	∞ Los alumnos del GE tienen más probabilidad de mostrar una baja calidad que los del GC.
Valorar disoluciones volumétricamente	0,13 Los alumnos del GE tienen menos probabilidad de mostrar una baja calidad que los del GC.

En la filtración por gravedad la calidad obtenida no es la mejor en ninguno de los grupos, ya que en el grupo experimental predomina el nivel 2 y en el de control el nivel 3. Esto puede justificarse si se tiene en cuenta el gran número de operaciones que conlleva realizar de forma correcta esta destreza.

La calidad alcanzada por los estudiantes del grupo experimental, es superior a la lograda por los del grupo de control en lo referente a la medición de volúmenes con la pipeta y valoración volumétrica. Sin embargo, en la medición de volúmenes con la bureta y en la preparación de disoluciones en matraz volumétrico, los resultados del grupo de control son superiores a los del experimental. Se considera que en esto pueden influir los siguientes factores:

- En la primera práctica del segundo ciclo, el estudiante se enfrenta por primera vez a la realización de 4 destrezas nuevas, por lo que el trabajo de forma independiente de los estudiantes del grupo experimental resulta difícil, lo que se puso de manifiesto durante el desarrollo de la práctica.
- Las tarjetas de estudio para las 4 destrezas del segundo ciclo, no aparecen tan detalladas en el texto de laboratorio, como en el caso de las anteriores lo que le dificulta a los alumnos del grupo experimental seguir las mismas. Esta causa tiene un peso fundamental en las deficiencias detectadas por los observadores en la preparación de la bureta.

Este ciclo consta sólo de cuatro prácticas, por lo que en el caso de la preparación de disoluciones con matraz volumétrico, la evaluación se realiza después de haberla repetido un número muy pequeño de veces, lo que indiscutiblemente influye en que los estudiantes del grupo experimental, no hayan logrado transitar por todas las etapas del proceso de asimilación.

El colectivo de profesores, de gran experiencia docente y que fue el mismo que trabajó en los dos grupos, pudo apreciar de una forma cualitativa el interés particularmente marcado mostrado por los estudiantes del grupo experimental hacia la asignatura; así como una mejor preparación de los mismos para la realización de las prácticas. Se considera que en esta actitud positiva, debe haber influido, por un lado la problematización de la enseñanza, que el propio método investigativo utilizado conlleva; y por otro, la contextualización de la enseñanza, adecuando los problemas planteados a los intereses profesionales de los estudiantes, mostrando la relación que tiene la Química con la carrera que estudian.

CONCLUSIONES

La organización del curso de prácticas de laboratorio de la asignatura Química General, tiene en cuenta:

- El empleo del método investigativo como método pedagógico en la realización de las prácticas.
- La secuencia en que deben aprender los alumnos las destrezas básicas del laboratorio químico y la sistematización de la ejecución de las mismas.
- La aplicación de la teoría sobre la formación por etapas de las acciones mentales de P. Ya. Galperin en el aprendizaje de las destrezas

permite elevar la calidad del aprendizaje de las destrezas básicas del laboratorio químico, con respecto al método tradicional.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, recomendamos:

- Reorganizar el curso de modo que se realicen 4 prácticas en cada ciclo.

- Confeccionar tarjetas de estudio especialmente para las destrezas.

BIBLIOGRAFIA

1. Bonatti C., Zurita J., Solimo H., An Alternative Methodology for General Chemistry Laboratories, *Journal of Chemical Education*, **72**[9], 834-835, 1995.
2. Colectivo de autores, *Algunas consideraciones sobre los métodos de enseñanza en la educación superior*, ENPES, La Habana, Cuba, 1988, p.15-22.
3. Colectivo de autores, *Tendencias Pedagógicas Contemporáneas*, CEPES, Universidad de la Habana, El Poirá Editores e Impresores S. A. Colombia, 1996, p. 26-28.
4. Galperin, P. Ya. , *Los tipos fundamentales de aprendizaje*. Imprenta Universitaria. Universidad de la Habana, Cuba, 1974, p. 12-35.
5. Galperin, P.Ya., Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. *Antología de la psicología pedagógica y de las edades*, Pueblo y Educación. Cuba, 1986, p. 74-153.
6. Gil Pérez D., Valdés Castro P., La orientación de las Prácticas de Laboratorio como Investigación: Un Ejemplo Ilustrativo, *Enseñanza de las Ciencias* **14** [2], 155-163, 1996.
7. Insausti M., Análisis de los Trabajos Prácticos de Química General en un Primer Curso de Universidad, *Enseñanza de las Ciencias* **15** [1], 123-130, 1997.
8. Johnstone A., Letton K., Investigating Undergraduate Laboratory Work, *Education in Chemistry* **1**, 9-11, 1990.
9. Johnstone A., Letton K., Practical Measures for Practical Work, *Education in Chemistry* **5**, 81-83, 1990.
10. Leontiev, A., *Actividad, conciencia y personalidad*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1981, p. 32-44.
11. Maester A., Maskiel R., First Year Practical Classes in Undergraduate Chemistry Courses in England

and Gales, *Education in Chemistry* **11**, 156-159, 1993.

12. Sálmina, N.G., *Las tarjetas de estudio como medio de materialización de la acción*. CEPES. La Habana, Cuba, 1988, p. 13-25.
13. Vidal, G., *Una concepción didáctica integradora de la Química General para las carreras de Ciencias Naturales*. Tesis Doctoral, Universidad de La Habana, Cuba, 1999, p. 37-52.

Figura 1. Pesar en balanza técnica

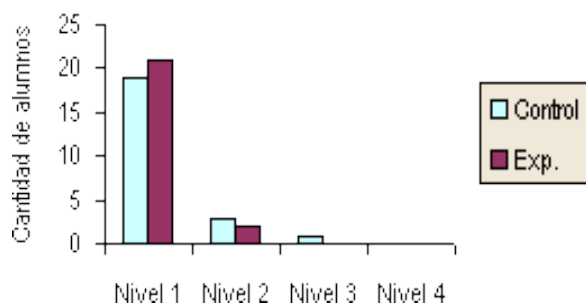


Figura 2. Usar el quemador de gas

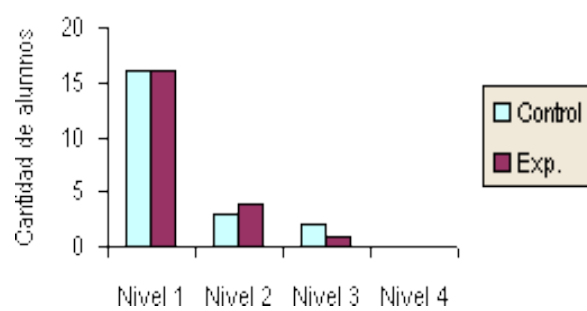


Figura 3. Filtrar por gravedad

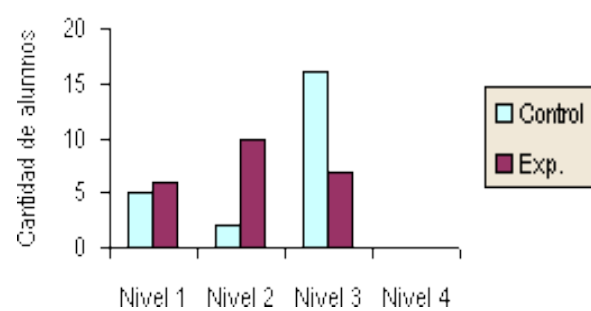


Figura 4. Filtrar a presión reducida

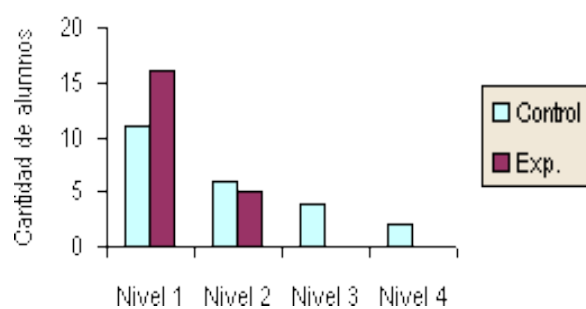


Figura 5. Preparar disoluciones en matraz volumétrico

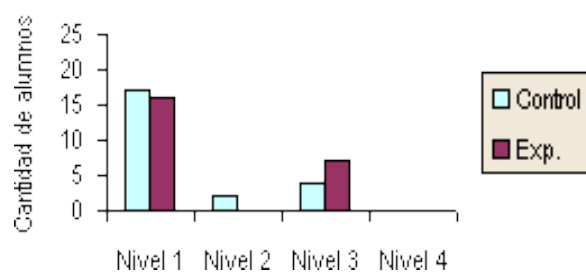


Figura 6. Medir volúmenes con pipeta

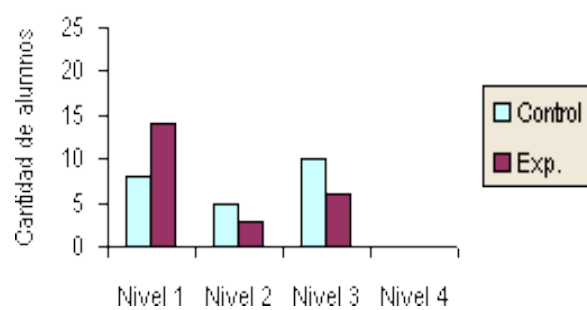


Figura 7. Medir volúmenes con bureta

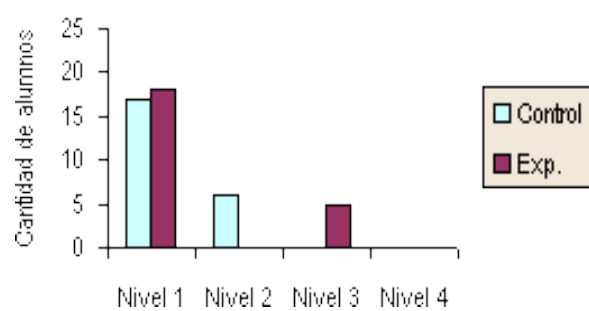


Figura 8. Valorar disoluciones volumétricamente

