



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898473*

RFC: AT1120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticaervalores.com/>

Año: VII Número:1 Artículo no.:70 Período: 1ro de septiembre al 31 de diciembre del 2019

TÍTULO: Concepción didáctica de una práctica de laboratorio desde los niveles de abertura.

AUTORES:

1. Dra. Leticia Centelles Badell.
2. Dra. Olga Gloria Barbón Pérez.
3. M.D. Neyda Hernández Bandera.
4. M.D. Lina Espinosa Pire.
5. M. D. Abdel Bermúdez del Sol.

RESUMEN: Se implementó una estrategia didáctica de intervención, a partir de talleres para 30 estudiantes. Ello propició el rediseño de la práctica sustentado en la modificación del nivel de abertura. Se partió de un diseño descriptivo no experimental de tipo pretest –postest sin grupo de control. Antes y después de administrar la estrategia, se aplicaron instrumentos de evaluación para medir el comportamiento de las variables dependientes y el conocimiento de problemas asociados a la práctica inicialmente y el impacto de la estrategia en el desarrollo de las habilidades, respectivamente. Se aplicó la prueba de los signos para un nivel de significancia $p < 0,01$, cuyo resultado ($Z > 2.33$) apunta al impacto positivo de la estrategia didáctica sobre las variables en estudio.

PALABRAS CLAVES: Práctica de laboratorio, separaciones cromatográficas, niveles de abertura, estrategia de intervención didáctica.

TITLE: Didactic conception of a laboratory practice from the aperture levels

AUTHORS:

1. Dra. Leticia Centelles Badell.
2. Dra. Olga Gloria Barbón Pérez.
3. M. D. Neyda Hernández Bandera.
4. M. D. Lina Espinosa Pire.
5. M. D. Abdel Bermúdez del Sol.

ABSTRACT: A didactic intervention strategy was implemented, based on workshops for 30 students. This led to the redesign of the practice based on the modification of the opening level. It was based on a non-experimental descriptive design of pretest-posttest type without control group. Before and after administering the strategy, evaluation instruments were applied to measure the behavior of the dependent variables and the knowledge of problems associated with the practice initially and the impact of the strategy on the development of skills, respectively. The sign test was applied for a level of significance $p < 0.01$, whose result ($Z > 2.33$) points to the positive impact of the didactic strategy on the variables under study.

KEY WORDS: Laboratory practice, chromatographic separations, aperture levels, didactic intervention strategy

INTRODUCCIÓN.

La práctica de laboratorio constituye una forma de organización de la enseñanza, cuyo objetivo es lograr que los estudiantes adquieran las habilidades inherentes a la investigación y a las técnicas de trabajo, para que mediante la experimentación sean entonces capaces de generalizar, consolidar, profundizar y ampliar los conocimientos teóricos disciplinares (Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006; Rodríguez, 2015; Espinosa, González y Hernández, 2016; Hernández et al., 2018). Algunos autores, siguiendo este orden de ideas, reconocen en ella la fusión de la tarea práctica con el trabajo independiente, que por demás favorece a

procesos de adquisición de conocimientos y habilidades, así como de conductas y actitudes, en correspondencia con las exigencias sociales actuales (Salcedo et al, 2005; Rúa y Alzate, 2012).

Según lo planteado por Salcedo et al. (2005), la investigación científica en didáctica de las ciencias cuyo objeto se centra en la práctica de laboratorio, ha aportado elementos esenciales en relación a cambios en la concepción de este tipo de clase, que propician su perfeccionamiento y por tanto permiten dejar atrás un enfoque tradicional en su diseño. De igual manera estas modificaciones redireccionan lo meramente experimental hacia lo investigativo y llegado a este punto, es que se requiere del desarrollo de la enseñanza problémica, de interés para el estudiante, con la conducción mediadora en el proceso de enseñanza por parte del docente en su rol de facilitador del conocimiento (Baronguiazú, Carbonel y Soriano, 2014).

Por su parte Jiménez, Llobera y Llitjós (2006), Gutiérrez y Martínez (2015), Fernández (2016) y Mancebo, Moreno y de Miguel (2018), a partir de sus respectivos análisis coinciden en la necesidad de una práctica de laboratorio cuya concepción posibilite y de hecho fortalezca al proceso de formación de conocimientos a partir del accionar conjunto de estudiantes y docentes, todo ello en un marco que propicie el adecuado manejo de habilidades con relación a los procedimientos experimentales, elementos teóricos y trabajo colectivo. Así mismo destacan que tanto el proceso experimental como la observación, conducen al aprendizaje, siempre que ambos induzcan a la formulación de interrogantes por parte de los estudiantes, de cara a que lo interpretado sea susceptible de ser posteriormente discutido.

Schwab (1962), introduce una categoría que revoluciona la didáctica de las ciencias en la concepción de la actividad experimental, denominada nivel de abertura, sustentada en la medida en que en su rol como orientador del proceso de enseñanza aprendizaje, el profesor proporcione más o menos información a los estudiantes, sobre los problemas a resolver, los modos o medios de enfrentarlos y sus posibles respuestas dirigidas a su solución.

Una práctica de laboratorio con bajo nivel de abertura, según consideraciones de Espinosa, González y Hernández (2016), es aquella asociada a un nivel cognitivo de bajo orden, en términos de conocimiento, aplicación y comprensión, en la que prima su naturaleza expositiva y la conducción del docente al dirigir las tareas previstas a realizar por parte de los estudiantes. Por su parte, las actividades prácticas con un alto nivel de abertura, son consideradas como de investigación y de frente, en consecuencia, a la naturaleza expositiva de las de bajo nivel. Su epistemología, se corresponde con niveles cognitivos altos que incluyen evaluación análisis y síntesis. De este modo es posible advertir la proporcionalidad inversa existente entre los niveles de abertura de una práctica de laboratorio y la magnitud de la intervención del docente en el proceso de enseñanza (Shiland, 1989; Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006; Martín, Prieto y Lupión, 2014; Pérez y Herryman, 2017).

El núcleo central de la asignatura Farmacología, impartida en la carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias Médicas en una universidad ecuatoriana, es el estudio de todas las operaciones asociadas al proceso de obtención de biofármacos con un enfoque de procesos, estando estructurada en cinco temas: Introducción a la Industria de Bioprocesos; Separación de biológicos por métodos no cromatográficos; Separación de biológicos por métodos cromatográficos, Formulación y Llenado y Marco Regulador e Impacto Ambiental de la Industria de Bioprocesos.

En la práctica de laboratorio del tema III de la asignatura, se utiliza la Cromatografía de Exclusión Molecular para el cambio de tampón a una solución de proteínas, utilizando una columna analítica de tipo PD-10, con cuyos resultados los estudiantes deben describir el proceso de escalado de columnas cromatográficas (diseñar columnas a escala industrial según parámetros obtenidos a escala analítica) a partir de los contenidos recibidos y ejercitados en clases temáticas que mostraba grandes dificultades en su comprensión.

La concepción de esta práctica presenta como insuficiencias a) que el proceso de escalado a partir de la utilización de una columna de separación cromatográfica no permite su verificación o constatación en la práctica y b) la utilización de un método de determinación indirecta de la concentración final de proteínas. Su concepción metodológica es de tipo expositiva, en la que por tanto se jerarquiza el rol orientador del docente, aportando información en el transcurso de la actividad práctica, lo cual limita la posibilidad por parte del estudiante de desarrollar y conducir su propio experimento, formular hipótesis y predecir el resultado, entre otras habilidades a desarrollar (Rodríguez, 2007, García, Morales y López, 2014; Gil, 2014; Vázquez et al, 2014; Gutiérrez y Martínez, 2015; García, Escobar y López, 2016; Rodríguez et al., 2017).

Las insuficiencias referidas apuntan a la necesidad de la implementación de una propuesta didáctica que permita la determinación directa de proteínas y el mejoramiento de la comprensión del procedimiento de escalado. De ahí que el objetivo de la presente investigación es perfeccionar la práctica de laboratorio “Cromatografía líquida en columnas” que propicie el desarrollo de habilidades en los estudiantes, a partir de la modificación de su nivel de abertura.

DESARROLLO.

Metodología.

La investigación clasifica como un estudio descriptivo, pre experimental de tipo pretest-postest sin grupo control, en la que se diseña e implementa una estrategia didáctica para perfeccionar la práctica de laboratorio “Cromatografía líquida en columnas” a partir del cambio de nivel de abertura en su concepción, que permite la determinación directa de proteínas y el mejoramiento de la comprensión del procedimiento de escalado. Se desarrolló durante el curso 2017-2018.

Población y muestra

El estudio parte de considerar como población a 124 estudiantes que integran la totalidad de la matrícula estudiantil que cursa el III semestre, obteniéndose por muestreo intencional una muestra integrada por 30 estudiantes.

Instrumentos y variables.

Prueba pedagógica inicial (PPI). Tiene una función diagnóstica, que permite conocer el nivel inicial de desarrollo de las habilidades de los estudiantes en la actividad práctica. Consta de 15 ítems que exploran conocimientos en torno a elementos teórico –prácticos de la separación cromatográfica de productos biológicos y particularidades de la filtración en gel o cromatografía de exclusión molecular como procedimiento de cromatografía no adsorbtiva.

Prueba pedagógica final (PPF). Permite conocer el nivel de desarrollo de las habilidades prácticas relacionadas con la separación cromatográfica de biológicos, que se logra después de aplicada la estrategia didáctica. Sus 20 ítems son de mayor complejidad que los de la prueba pedagógica e incluyen los explorados en ella, además de conocimientos asociados con parámetros cromatográficos, uso de las reglas y criterios de escalado y aplicación de la altura equivalente de los platos teóricos, como estimador de la eficiencia del escalado.

La evaluación pretest-postest permite explorar el comportamiento de las variables dependientes que indican niveles de desarrollo de habilidades de 1. Organización; 2. Estudio previo; 3. Calidad de la respuesta de la pregunta inicial; 4. Calidad del informe final, 5; Análisis de los resultados; 6. Habilidades en el procedimiento de escalado y 7. Aplicación de conocimientos precedentes. en el desempeño de los estudiantes en el laboratorio, en tanto la variable independiente resulta la estrategia didáctica basada en los niveles de abertura.

Hipótesis.

H0: La implementación de una estrategia didáctica basada en los niveles de abertura de la práctica de laboratorio, no propicia el desarrollo de las habilidades requeridas por los estudiantes para la separación cromatográfica de biológicos.

H1: La implementación de una estrategia didáctica basada en los niveles de abertura de la práctica de laboratorio, propicia el desarrollo de las habilidades requeridas por los estudiantes para la separación cromatográfica de biológicos.

Diseño y Procedimiento.

La práctica de laboratorio tradicionalmente empleada (PL1), utiliza una columna cromatográfica analítica (PD-10) de Filtración en gel, cuyas características se suministran a los estudiantes en el laboratorio. Dicha columna se utiliza para cambiar el tampón de una solución de proteína globular usada con fines terapéuticos, ya que se encuentra en un medio fuertemente salino por la presencia de iones cloruros y se requiere en etapas posteriores cambiarla a una solución fosfato.

El docente explica el contenido de la práctica en todas sus fases, describiendo exhaustivamente las tareas a realizar y ofrece una tabla que debe llenarse con el valor obtenido de los diferentes parámetros de la separación, así como la estructura del informe final. La determinación de proteínas se realiza por un método indirecto y el escalado no puede ser verificado en la práctica. Con el propósito de elevar el nivel de abertura de la práctica de laboratorio tradicionalmente empleada, se procede a su modificación resultando la práctica de laboratorio PL2, de mayor nivel de abertura, que al trabajar con tres columnas cromatográficas de diferentes volúmenes de resina (NAP-5, NAP-10, PD-10), permite que los estudiantes puedan comprobar el proceso de escalado que realizan y determinar la concentración de proteínas por vía directa, utilizando para ello una técnica colorimétrica.

La investigación consta de 3 fases: En la fase 1, una vez impartidos los contenidos del Tema III, se realiza la PL1 y se elabora, implementa y evalúa los resultados de la PPI, cuyos resultados sirvieron de base diagnóstica para realizar las modificaciones necesarias que originan el diseño de la PL2, con un mayor nivel de apertura. Se realizó el análisis de consistencia interna de la PPI, mediante la determinación de los coeficientes Alpha d Cronbach y de correlación de Pearson, utilizando el programa SPSS.21

En la fase II se realizó una preparación previa, con el objetivo de seleccionar a los docentes y estudiantes participantes y realizar una selección de los aspectos esenciales que iban a ser tratados en el sistema de talleres que constituyen la estrategia didáctica. Llegado este punto se obtiene el consentimiento informado de la totalidad de los sujetos.

Para el instrumento de intervención se diseñaron 4 talleres contentivos de las siguientes temáticas de índole teórico-práctica: 1) Selección de las dimensiones de columnas. Determinación de la concentración de proteínas en una solución midiendo la absorbancia en un espectrofotómetro UV. 2) Manejo de columnas cromatográficas. Selección/determinación de la velocidad de flujo; 3) Equilibrio de una columna. Aplicación de la muestra. Operación de elución y 4) Escalado de columnas cromatográficas: aplicación de reglas y criterios de escalado. Los talleres fueron impartidos con frecuencia semanal, contando con una hora de duración, por lo que se extendieron por 4 semanas. Sus sesiones estuvieron dirigidas por el profesor de clase prácticas del grupo, auxiliado por un profesor colaborador en calidad de observador de cada actividad.

La fase III, sirvió de marco para la realización por parte de los estudiantes de la PL2, la posterior aplicación de la PPI y su evaluación, seguida de la determinación de su consistencia interna a partir del comportamiento de los coeficientes Alpha de Cronbach y de correlación de Pearson. Finalmente se procedió al procesamiento y análisis de los resultados obtenidos.

Análisis de datos.

De los análisis de consistencia interna realizados se constató la fiabilidad de ambas pruebas pedagógicas, por valores de coeficientes de Alpha de Cronbach de 0.90 y 0.91 respectivamente, y Coeficientes de correlación superiores a .2 en ambos instrumentos. Para el análisis descriptivo de los datos se empleó el paquete estadístico SPSS.15. Para demostrar la significación estadística en la comparación del estado inicial y el final del nivel de desarrollo de las habilidades asociadas al desempeño de los estudiantes en la práctica de laboratorio, se realizó la prueba estadística de los signos, por la determinación del estadístico Z, con un nivel de significación $p = .01$.

Resultados.

El cuadro 1, muestra las tareas a desarrollar por los estudiantes en las actividades prácticas PL1 y PL2, evidenciando que la segunda tiene un mayor nivel de abertura, pues utiliza a diferencia de la actividad practica precedente, 3 columnas cromatográficas; emplea una técnica analítica que permite al estudiante la determinación directa de la concentración de proteínas a la salida de la columna, lo cual propicia las habilidades de utilización instrumental y finalmente posibilita constatar la validez de la propuesta a partir del escalado realizado.

Cuadro 1. Tareas a realizar por los estudiantes en las prácticas de laboratorio PL1 y PL2

Tareas	
PRÁCTICA DE LABORATORIO (PL1)	PRÁCTICA DE LABORATORIO (PL 2)
Utilizar una columna cromatográfica a escala de laboratorio para la separación de un producto biológico.	Utilizar tres columnas cromatográficas de diferente altura de lecho a escala de laboratorio para la separación de un producto biológico.
Comprobar el uso de la cromatografía de Exclusión Molecular para el cambio de tampón a una solución de proteínas.	Comprobar la separación de biológicos mediante el uso de columnas cromatografías de diferentes dimensiones.
Constatar el cumplimiento de la ley de Lambert-Beer en la estimación de la concentración de proteínas (Método indirecto).	Aplicar una técnica colorimétrica para la determinación de la concentración de proteínas de manera directa.
Realizar el proceso de escalado para una mayor capacidad del proceso de separación de biológicos.	

La figura 1 es la representación esquemática del procedimiento seguido en la investigación, en la que se destacan elementos esenciales que justifican el empleo de los niveles de abertura, a partir de la existencia de insuficiencias en la concepción de la práctica de laboratorio, ya identificados; la determinación de los medios necesarios para dar solución al problema docente existente y por último la respuesta que permite establecer los nuevos objetivos, encaminados a propiciar la elevar el nivel de desarrollo de los estudiantes y con ello su independencia, motivación hacia el aprendizaje de las ciencias y la consolidación del conocimiento teórico.

Los resultados obtenidos en el diagnóstico permitieron conocer que el nivel de desarrollo de habilidades en las actividades prácticas es Poco adecuado e Inadecuado en casi el 50% de los estudiantes que integraron la muestra.

De este modo según se muestra en la tabla 1, los niveles Poco adecuado e Inadecuado alcanzados por los estudiantes según las habilidades evaluadas, resultaron de 46.6% en Organización y Calidad de la respuesta de la pregunta inicial; 43.3% en Estudio previo, 63.3% en Calidad del informe, 53.3% en Análisis de los resultados; 56.6% en Habilidades en el procedimiento de escalado y 30.0% en Aplicación de conocimientos precedentes.

Fue posible constatar que 4 de las 7 habilidades estudiadas, resultaron ser las más desfavorecidas, con porcentajes de estudiantes, por encima del 53%.

Figura 1. Representación de la aplicación de los niveles de abertura en la práctica de laboratorio

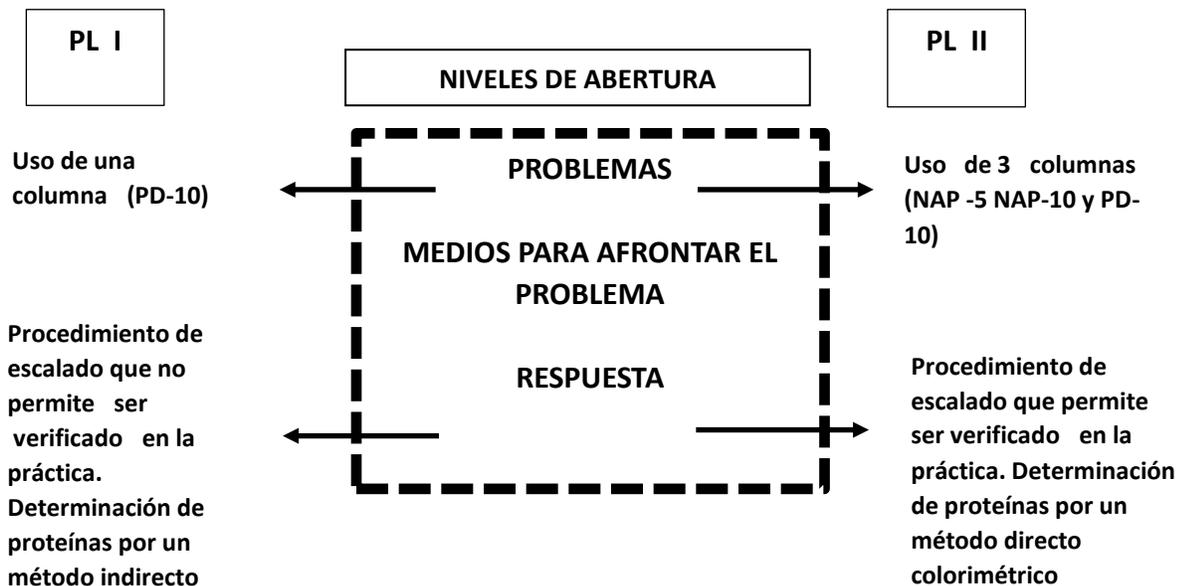


Tabla 1. Nivel de desarrollo de las habilidades de los estudiantes según resultados del Pretest

HABILIDADES	NÚMERO DE ESTUDIANTES POR NIVEL DE DESARROLLO				
	MA	A	Med A	PA	I
Organización	8	5	3	5	9
Estudio previo	6	4	7	9	4
Calidad de la respuesta de la pregunta inicial	5	4	7	8	6
Calidad del informe	4	5	2	7	12
Análisis de los resultados	4	7	3	5	11
Habilidades en el procedimiento de escalado	6	3	4	5	12
Aplicación de conocimientos precedentes	8	3	4	6	9

Muy adecuado (MA), Adecuado (A), Medianamente adecuado (Med A), Poco adecuado (PA) e Inadecuado (I).

Tras la implementación de los talleres que integraron la estrategia didáctica y la realización por parte de los sujetos de la PP2, se aplicó la PPf, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Nivel de desarrollo de las habilidades de los estudiantes según resultados del Postest.

HABILIDADES	NÚMERO DE ESTUDIANTES POR NIVEL DE DESARROLLO				
	MA	A	Med A	PA	I
Organización	13	6	6	3	2
Estudio previo	7	5	12	4	2
Calidad de la respuesta de la pregunta inicial	9	6	8	4	3
Calidad del informe	10	8	5	2	5
Análisis de los resultados	7	10	5	6	2
Habilidades en el procedimiento de escalado	9	5	7	6	3
Aplicación de conocimientos precedentes	10	7	8	4	3

Muy adecuado (MA), Adecuado (A), Medianamente adecuado (Med A), Poco adecuado (PA) e Inadecuado (I).

Con el propósito de evaluar los cambios obtenidos a partir de la implementación de la estrategia didáctica, se realizó la comparación de los niveles de desarrollo de las habilidades en las actividades prácticas, antes y después de implementada la estrategia didáctica. Para ello se empleó la Prueba de los signos, evaluando el estadístico Z, previa comparación de los estados inicial y final, mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Prueba de los signos para la comparación de resultados obtenidos por pruebas pretest postest

HABILIDADES	NÚMERO DE ESTUDIANTES POR NIVEL DE DESARROLLO				
	MA	A	Med A	PA	I
Organización	+	+	+	-	-
Estudio previo	+	+	+	-	-
Calidad de la respuesta de la pregunta inicial	+	+	+	-	-
Calidad del informe	+	+	+	-	-
Análisis de los resultados	+	+	+	-	-
Habilidades en el procedimiento de escalado	+	+	+	-	-
Aplicación de conocimientos precedentes	+	+	+	-	-

En la aplicación de la prueba de los signos, se partió de una significancia del error.

$\alpha = .01$. La región crítica queda definida por el valor correspondiente del nivel α prefijado, que para la distribución normal se corresponde con un valor del estadístico $Z \geq 2.33$.

Según la fórmula (1), se calculó el valor de Z, con vistas a su comparación con el valor crítico, de modo que siendo X: número de cambios positivos y N: tamaño muestral, resulta un valor de $Z=4.3$, mayor que 2.33, que indican diferencia significativa entre los niveles de desarrollo evaluados antes y después de la aplicación de la intervención, lo que a su vez permite rechazar la hipótesis nula y aceptar en consecuencia, la hipótesis alternativa que constata estadísticamente, con un 99% de confiabilidad la eficacia de la estrategia didáctica para elevar el nivel de desarrollo de las habilidades de los estudiantes en las actividades prácticas.

$$Z = \frac{(X \pm 0.5) - \frac{N}{2}}{\frac{\sqrt{N}}{2}} \quad (1)$$

Discusión.

La práctica de laboratorio, como una de las formas organizativas de la enseñanza, es esencial en el proceso de introducción de los estudiantes a la actividad científica, de modo que propicia un acercamiento que les conduce a aprender ciencias, aplicarlas y a trabajar con enfoque de ciencias en la práctica investigativa (Yera et al., 2001; Salcedo et al, 2005; Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006, Muñoz, Medina y Guillén, 2014; Martínez, 2015; Pérez y Herryman, 2017; Hernández et al., 2018; Martínez, Castillo y Cruz, 2018; Mancebo, Moreno y de Miguel, 2018).

En este particular, Shiland (1989), considera que este tipo de clase promueve el desarrollo de niveles cognitivos de mayor complejidad, siempre que su diseño responda lo que, creado por los estudiantes en lo procedimental, o bien a que el docente disminuya el grado de información dado, bien sea verbal o mediante guías o folletos, de modo que esta reducción aumente los llamados niveles de abertura como constructo de la didáctica.

Yera et al. (2001), Salcedo et al. (2005), Rodríguez (2007), Rúa y Alzate (2012) y Gil (2014), en visión coincidente sobre la temática, sostienen que las prácticas de laboratorio no deben diseñarse a modo de recetas a cumplimentar por el alumnado, sino que deben encaminar sus pasos de manera que propicie

que el estudiante sea capaz de analizar objetivamente los resultados obtenidos y elabore un informe final que siendo portador del nexo teoría-práctica, refleje con calidad su visión del problema, las posibles hipótesis y las variables en estudio entre otros aspectos. Todo ello le permitirá hacer juicios de valor sobre el proceso objeto de estudio, así como aplicar certeramente elementos del trabajo científico con los que demuestre los conocimientos adquiridos.

El rol pedagógico de las prácticas de laboratorio trasciende de un mero apoyo a los conocimientos teóricos adquiridos en clases, en tanto es capaz de potenciar la motivación de los estudiantes hacia su proceso de aprendizaje en general y en particular promueve e incentiva la motivación por resolver problemas y el afán de comprender la realidad cambiante en que vive. La marcha pareja del conocimiento teórico impartido en clases y la actividad práctica dinámica y motivadora, propicia el desarrollo de las habilidades relacionadas con el conocimiento científico.

La aplicación de los niveles de abertura como recurso didáctico asociado a la actividad práctica de laboratorio, propició un mayor nivel de desarrollo de las habilidades de los estudiantes en la presente investigación, lo cual resultó coincidente con los resultados que al respecto obtuvieron Schwab (1962), Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006, Valverde et al (2006), Espinosa, González y Hernández (2016) y Mancebo, Moreno y de Miguel (2018).

Todo ello apunta sobre la importancia de lograr una práctica de laboratorio con alto nivel de abertura, de cara a generar y favorecer al desarrollo de habilidades experimentales que abarcan el sentido de la organización, la realización del experimento, el control del proceso y el análisis de la situación problemática de partida, así como de los resultados obtenidos.

Las prácticas de laboratorio concebidas según un nivel de abertura alto, no dan cabida un exceso de orientación o dirección a los estudiantes por parte del docente, los cuales en consecuencia están llamados a asumir un proceso de aprendizaje más independiente, que demanda una mayor atención centrada en el

análisis del problema a resolver y que los conduce a su vez a facilitar la comprensión del resultado de asociar los conocimientos contentivos de la teoría , con los datos obtenidos desde la experimentación.

CONCLUSIONES.

La estrategia didáctica utilizada en la presente investigación propició acercar la experimentación a la práctica investigativa. De este modo el diseño pretest-postest en un grupo, al tomar en cuenta la necesidad de elevar el nivel de abertura en la estrategia didáctica implementada, permitió constatar cambios positivos en las habilidades experimentales de los estudiantes, lo que equivale a decir que la hipótesis de investigación se constata por los resultados obtenidos confirman la hipótesis de trabajo En este particular, se evidenció el desarrollo de las habilidades experimentales específicas de organización, estudio previo, calidad de la respuesta de la pregunta inicial, calidad del informe, análisis de los resultados, habilidades en el procedimiento de escalado y aplicación de conocimientos precedentes.

En el proceso de enseñanza de la asignatura Procesos biotecnológicos, resulta esencial fortalecer al experimento químico docente vinculado al uso de organismos, células y moléculas en la producción de bienes y servicios, para así promover un proceso formativo capaz de proveer al estudiante de los saberes cuyo dominio conduzca a su conversión en investigadores en esa esfera, dado el desarrollo de habilidades teóricas y experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Barónquiázu, G., Carbonel, A. H. y Soriano, G. A. (2014). El aprendizaje basado en problemas: un enfoque investigativo. Estrategias didácticas. Buenos Aires: Editorial Dunken,
2. Espinosa, E. A., González, K. D. y Hernández, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. Entramado, 12(1), 266-281, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>

3. Fernández Leyva, J.L. (2016). Tareas experimentales que refuerzan la actividad científico-investigativa de los estudiantes en la carrera pedagógica biología-química. Redipe, 5(8) <https://revista.redipe.org/index.php/1/issue/view/16>
4. Gamboa, M. & Borrero, R. (2016). Influencia de la contextualización didáctica en la coherencia curricular del proceso enseñanza-aprendizaje de la Matemática. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. Año: IV, Número: 1, Artículo no.5, Período: Junio - Septiembre, 2016. Recuperado de <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/files/200002903-3e5854048b/4-1-5%20Influencia%20de%20la%20contextualizaci%C3%B3n%20did%C3%A1ctica%20en%20la.....pdf>
5. García Arguelles, L. A., Morales Rodríguez, L.A. y López Medina, F. (2014). Formación experimental desde un grupo científico Estudiantil de Química General para Ingeniería Mecánica. Pedagogía Universitaria, 19(2), 23-24.
6. García, L., Escobar, R. y López, F. (2016). Tareas experimentales de la Química General para contribuir a la formación inicial del ingeniero mecánico. Revista Cubana Química, 28(2), 675-691.
7. Gil Flores, J. (2014). Metodologías didácticas empleadas en las clases de ciencias y su contribución a la explicación del rendimiento. Revista de Educación, (366), 190-214.
8. Gutiérrez, R. y Martínez, G. (2015): El desarrollo de habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química en secundaria básica. Revista IPLAC, (1).
9. Hernández Junco, L., Machado Bravo, E., Martínez Sardá, E., Andreu Gómez, N. y Flint, A. (2018). La práctica de laboratorio en la asignatura Química General y su enfoque investigativo. Rev. Cubana Quím.,30 (2), 314-327

10. Jiménez, G., Llobera, R. y Llitjós, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de apertura. *Enseñanza de las ciencias*, 24(1), 59–70. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/73532/84740>
11. Mancebo Rivero, O.D., Moreno Toiran, C.G. y de Miguel Guzmán, V. (2018). Metodología para la formación experimental del profesional de la carrera Licenciatura en Educación Química. *Rev Cub Quim*, 30 (1)
12. Martín, C., Prieto, T., y Lupión, T. (2014). Profesorado de ciencias en formación inicial ante la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: ¿Perfil innovador o tradicional? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 17(1),149-163.
13. Martínez, G. (2015). El desarrollo de la habilidad observar en las actividades práctico-experimentales de la Química en preuniversitario. *Revista IPLAC*, (1).
14. Martínez, G., Castillo, M. y Cruz, M. (2018). La actividad práctico-experimental en ciencias naturales: exigencias didácticas para su desarrollo. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Recuperado de: www.eumed.net/2/rev/atlante/2018/02/cienciasnaturalesexigencias.html/hdl.handle.net/20.500.11763/atlante1802ciencias-naturales-exigencias
15. Muñoz, F. O., Medina, A. y Guillén, M. (2014). Perspectiva docente de las competencias específicas en Química. *European Scientific Journal*, 10(25), 425-436. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15000932>
16. Pérez Alonso, W.C. y Herryman Munill, (2017). El desarrollo de la cultura científica mediante las actividades experimentales en la asignatura Química. *Revista Electrónica Científico Pedagógica*, (27).

17. Rodríguez Chaud, A., Oliva Jaume, E.P., Torres Rodríguez, E. y Benítez Reyes, D. (2017). Experiencia sobre el desarrollo de habilidades prácticas en la asignatura de Química Básica y Orgánica, en la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. *Rev. Cubana Edu. Superior*, 36 (3)
18. Rodríguez García, L.R. (2007). El desarrollo de habilidades prácticas en el experimento químico escolar en oncenno grado: la preparación de disoluciones. *Educación y Sociedad*, 13 (1).
19. Rodríguez Toirac, D. (2015): Habilidades prácticas en la enseñanza de la Botánica. *Revista IPLAC Sección: Experiencia Educativa*, (2).
20. Rúa López, A.M. y Alzate Tamayo, Ó.E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8, (1), 145-166.
21. Salcedo Torres, L.E., Villarreal Hernández, M.E., Zapata Castañeda, P.N., Rivera Rodríguez, J.C., Colmenares Gulumá, E. y Moreno Romero, S.P. (2005). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en educación superior. *Enseñanza de las ciencias*, (Número extra. VII CONGRESO).
22. Schwab, J.J. (1962). The teaching of science as enquiry, en Schwab, J.J. y Brandwein, P.F (eds.). *The teaching of Science*, pp. 3-103. Cambridge: Harvard University.
23. Shiland, T.W. (1989). Constructivism: The Implications for Laboratory Work. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 107-109.
24. Vázquez Lira, J.C., Chávez Luna, D.M., Flores Cabrera, Y. y Mora Guevara, J.L. (2014). Evaluación de software interactivo y su impacto en la enseñanza de la cromatografía de líquidos en la FES Zaragoza, UNAM. *Rev de Mat. Didac Innov.*, 10(1), 25-33.
25. Yera Quintana, A.I., Castillo Estenoz, M.C., Pérez Hernández, I. y Espinosa Castillo, E. (2001). Resultados de la implementación del proyecto La formación práctico-experimental en las Ciencias Naturales. *Educación y Sociedad*, 18(3).

DATOS DE LOS AUTORES.

- 1. Leticia Centelles Badell.** Profesora Titular. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora de la CUJAE. La Habana, Cuba
- 2. Olga Gloria Barbón Pérez.** Doctora en Ciencias Pedagógicas (PhD) y Post doctorada en Educación Avanzada. Docente investigadora de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Ecuador. Correo electrónico: olgagloria29@yahoo.com ogbarbon@unach.edu.ec
- 3. Neyda Hernández Bandera.** Doctora en Medicina. Especialista de Primer Grado en Laboratorio Clínico. Docente de la Carrera de Medicina de la Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES). Tungurahua, Ecuador. Correo electrónico: ua.neydahernandez@uniandes.edu.ec
- 4. Lina Espinosa Pire.** Doctora en Medicina. Especialista de Primer Grado en Medicina General Integral. Docente de la Carrera de Medicina de la Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES). Tungurahua, Ecuador. Correo electrónico: ua.linaespinoza@uniandes.edu.ec
- 5. Abdel Bermúdez del Sol.** Licenciado en Ciencias Farmacéuticas. Doctor en Ciencias Farmacéuticas. Docente de la Carrera de Medicina de la Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES). Tungurahua, Ecuador. Correo electrónico: ua.abdelbermudez@uniandes.edu.ec

RECIBIDO: 4 de agosto del 2019.

APROBADO: 20 de agosto del 2019.