

# LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EDUCACIÓN SUPERIOR

SALCEDO TORRES<sup>1</sup>, LUIS ENRIQUE; VILLARREAL HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, MARTHA ELIZABETH; ZAPATA CASTAÑEDA<sup>1</sup>, PEDRO NEL; RIVERA RODRÍGUEZ<sup>2</sup>, JULIO CÉSAR; COLMENARES GULUMÁ<sup>2</sup>, ELIZABETH y MORENO ROMERO<sup>2</sup>, SANDRA PATRICIA

<sup>1</sup> Profesores Universidad Pedagógica Nacional

<sup>2</sup> Estudiantes Maestría en Docencia de la Química – Universidad Pedagógica Nacional

<salcedo@uni.pedagogica.edu.co>

Calle 72 No.11-82, Bogotá, Colombia.

---

**Palabras clave:** Investigación; Prácticas de Laboratorio (PL); Enseñanza; Aprendizaje.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra a la comunidad de especialistas en la enseñanza de la Química, los resultados del proyecto “Las prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de la Química en el Nivel Superior”\*. Se fundamenta desde la implementación de programas guía de actividades que guíen las PL como resolución de problemas y específicamente como microinvestigaciones.

## PROBLEMA

Caracterizar las concepciones y acciones que sobre prácticas de laboratorio mantienen los profesores y/o estudiantes del nuevo proyecto curricular de la licenciatura en química, y experimentar una propuesta didáctica de investigación en el aula.

## REFERENTE TEÓRICO

### Antecedentes

Las prácticas de laboratorio tal como son orientadas por los profesores y/o planteadas por los textos no familiarizan a los estudiantes con la metodología científica y no contribuyen al aprendizaje significativo de conceptos (Payá 1991). La visión del método científico que ellas generan sigue siendo demasiado simplista y conduce a creer que las teorías son simples conjeturas que los estudiantes pueden elaborar después de breves períodos de trabajos de laboratorio y que pueden ser fácilmente contrastadas por medio de observaciones directas, aceptándose o rechazándose con base en experimentos aislados. Detrás de esta manera de orientar las prácticas de laboratorio, subyace en los profesores una concepción sobre la naturaleza de la

\* Proyecto de investigación financiado en el 2002 y 2003 por el Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional - CIUP.

metodología científica marcada por el inductivismo que infravalora la creatividad del trabajo científico, llevando a los estudiantes a pensar que la ciencia consiste en verdades absolutas, incontrovertibles y por consiguiente introduciendo rigidez e intolerancia por otras opciones. En tales casos, la evaluación de las mismas, se reduce a la manipulación de instrumentos o implementos de laboratorio y a la presentación de informes escritos, descuidando aspectos claves del trabajo científico.

En la Educación superior el problema cobra importancia en los programas de formación de profesores de química quienes, como sabemos, serán los encargados de la enseñanza de dicha disciplina en la educación media y/o universitaria. Se puede reconocer, en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y de la química en particular, el amplio predominio en escuelas, colegios y universidades del paradigma de **transmisión-asimilación**, es decir, el predominio de la reproducción memorística de conocimientos, muy ligado a una concepción del mundo altamente empirista y a una concepción de la enseñanza y el aprendizaje de corte conductista (Salcedo y otros 1991).

Como centro de Educación Superior, la Universidad Pedagógica Nacional a través del Departamento de Química ofrece el programa de licenciatura para la formación de profesores en esta área, el cual ha sido planteado como un proyecto de investigación curricular que pretende la formación de un profesional con características definidas por el SER, el SABER y el SABER HACER. En el centro de la propuesta formadora del programa de licenciatura, se encuentra la formación disciplinar y los núcleos del saber pedagógico; una formación científica en profundidad que conecte con sus relaciones pedagógicas y didácticas. En este sentido, el aporte que el trabajo experimental provee en este proceso es fundamental para el logro de los objetivos de formación del futuro educador en química. En este contexto, se presentan los resultados obtenidos de la investigación efectuada durante sus dos fases en el proyecto curricular de licenciatura en Química de la UPN.

### **Referentes conceptuales**

A partir de la última década se han adelantado investigaciones sobre PL, que permiten renovar los trabajos prácticos tradicionales (Hodson; et al 1994); han generado un amplio consenso en torno a su orientación del trabajo experimental como una actividad investigativa. Esta última, supone el tratamiento de situaciones problemáticas de interés y exige verdaderos programas de investigación conocidos y orientados por el profesor, lo que favorece la construcción de conocimiento y una modificación frente a la visión de ciencia y del trabajo científico por parte de la comunidad de profesores en formación de ciencias.

### **La Visión Constructivista de Enseñanza y Aprendizaje por Investigación**

La propuesta de investigación en didáctica de la química y en particular la orientación de las prácticas de laboratorio se basa en la premisa: que las personas y comunidades construyen “esquemas conceptuales” para explicar los fenómenos naturales; situación que coloca al que aprende en el centro del proceso de aprendizaje. Se retoman algunos elementos del modelo constructivista de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que nos parecen importantes para la fundamentación teórica del trabajo (Driver 1986): Las ideas de los estudiantes sobre fenómenos naturales, la construcción activa de esquemas desde la psicología cognoscitiva, el aprendizaje como cambio conceptual y metodológico, y quien aprende construye activamente significados.

### **Las Prácticas de Laboratorio como Micro Investigaciones**

Las prácticas de laboratorio juegan un papel primordial en la familiarización de los estudiantes con la metodología científica por lo cual es conveniente tener en cuenta las siguientes características que deberán asociarse al trabajo de laboratorio:

Las PL convendría plantearlas a partir de una situación problemática, tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes para formular las situaciones problemáticas base del trabajo de laboratorio, favorecer en todo caso el razonamiento hipotético deductivo, mediante el control de variables, posibilitar la emisión de hipótesis que requieran ser contrastadas a lo largo del desarrollo de la práctica de laboratorio, posibilitar la consulta bibliográfica, o algún otro mecanismo que ubique el trabajo práctico en un contexto teórico,

orientar a los estudiantes para que propusiesen diseños experimentales. Este aspecto es fundamental para el desarrollo del pensamiento tecnológico, permitir que los estudiantes realicen todo el trabajo de explicación y solución de las situaciones problemáticas en grupos pequeños.

Además, las PL deben favorecer el análisis de resultados por parte de los estudiantes, abolir la estructura recetaría de las prácticas; posibilitar la elaboración y puesta en común de un informe final, en el que se especifique claramente el problema planteado, las hipótesis emitidas, las variables que se tuvieron en cuenta, el diseño experimental realizado, los resultados obtenidos y las conclusiones, etc, y finalmente, producir una evaluación coherente con todo el proceso de resolución de problemas con criterios referidos al trabajo científico y al aprendizaje significativo de la química.

### **El Papel del Experimento en la Producción del Conocimiento Químico.**

Al realizar un análisis epistemológico de la producción de la comunidad de investigadores en química, publicada en las diferentes revistas, abstracts y anales de congresos, puede afirmarse que gran parte de la actividad de los investigadores está dedicada al planteamiento y resolución de problemas a la luz de las teorías bajo las cuales dichas comunidades trabajan. En este complejo proceso, generalmente, aparece la necesidad cognitiva y afectiva de contrastar experimentalmente las comprensiones e incertidumbres que se tengan en relación con la solución (s) buscada(s); es decir, aparece la necesidad tecnológica del control de variables para estudiar su posibles relaciones.

De esta manera, el (los) investigador(es) se enfrenta(n) al diseño del (los) equipo(s), la definición de los materiales y reactivos, la utilización de un espacio físico adecuado y la puesta en escena de protocolos de acción que le(s) permitan producir resultados confiables y válidos. Los datos obtenidos son procesados y analizados en coherencia con las hipótesis de partida y los cuerpos teóricos de referencia que posibilitaron la identificación del problema(s) y la búsqueda de sus posibles soluciones. Está claro que no basta con algunos datos para producir los conocimientos nuevos. Es fundamental que otros investigadores contribuyan con sus propios datos y análisis críticos a una mayor contrastación para llegar a aceptar como válido el conocimiento derivado de este proceso. En este contexto, el experimento no se reduce al trabajo tecnológico para la obtención y procesamiento de la información, sino que, el experimento se inserta en el complejo proceso de identificación y búsqueda de alternativas de solución de problemas. Responde a planteamientos teóricos y se realiza dentro de unas condiciones tecnológicas determinadas.

### **Las Prácticas de Laboratorio en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Química**

Con el propósito de lograr una adecuada comprensión de la ciencia, es necesario que el papel del experimento en la metodología científica quede claro en los estudiantes y profesores. Este papel, es explicar los fenómenos, permitir la contrastación de las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone, ya que las teorías no se derivan directamente de la observación (por inducción), sino de la capacidad para describir, explicar y producir fenómenos observables, que no dependen de ninguna observación sencilla. Por lo tanto, el experimento es un medio para evaluar la validez de una teoría científica previamente producida por actos creativos de abstracción e invención. (Salcedo L; García J; 1995). En esta visión, el experimento no juega un simple papel descriptivo de fenómenos naturales; por el contrario, el trabajo experimental es una herramienta valiosa que permite el uso de procedimientos aceptados y validados por la comunidad estudiantil para comprobar las conjeturas, predicciones e hipótesis emitidas. Así mismo, el registro de datos, elaboración de informes, análisis y discusión de logros permite la construcción personal de conocimientos y hace conscientes a los estudiantes de que la ciencia es una actividad social enmarcada dentro de un paradigma teórico

## **DESARROLLO DEL TEMA**

### **Hipótesis**

El diseño de una estrategia pedagógico didáctica basada en el modelo de resolución de problemas, posibilita una familiarización de los estudiantes con los procesos de trabajo científico.

## Muestra

La muestra poblacional estuvo constituida por (92) estudiantes de los grupos de Teorías Químicas y (6) profesores que orientan los cursos en su primera fase. Para la fase de implementación de la estrategia pedagógico didáctica, se trabajó con 13 estudiantes de tercer semestre de Teorías Químicas del proyecto curricular.

## Diseño de la Investigación

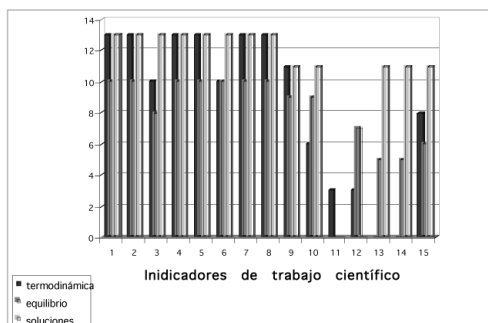
Durante el año 2002 se realizó la fase diagnóstica con profesores y estudiantes del proyecto curricular de licenciatura en química de la UPN, sobre las concepciones que tienen sobre PL. En dicha fase se aplicaron diferentes instrumentos a estudiantes y profesores tales como: encuestas de tipo abierto y cerrado, entrevistas semiestructuradas y fijación de videos. Además, se realizó un análisis de los informes de laboratorio realizados por estudiantes, a las guías de laboratorio realizadas tanto por profesores como por estudiantes. En el año 2003, se implementó una estrategia pedagógico didáctica con estudiantes del curso de teorías químicas III del proyecto curricular de licenciatura en Química de la UPN, por medio de la cual se diseñaron (3) programas guía de actividades para el desarrollo de las temáticas de Termodinámica, Soluciones y Equilibrio Químico.

## DESCRIPCIÓN DEL POTENCIAL DE LOS RESULTADOS

La fase diagnóstica permitió detectar que prevalece una visión tanto en profesores como estudiantes sobre el trabajo experimental desde una visión empiropositivista de la ciencia. El trabajo experimental realizado por los estudiantes no parte desde un proceso de resolución de problema que aproxime a las características del trabajo científico, sino que estas suponen el desarrollo de una actividad desarticulada de la teoría que conduce al desarrollo de un proceso de corte simplista y reduccionista frente a la construcción de conocimiento.

Los resultados obtenidos durante la fase de implementación, obedecen a los siguientes indicadores de trabajo científico. El resumen de los resultados se muestra en la Gráfica 1, donde se establece un comparativo de las (3) PGA. Cada uno de ellos partió de problemas para solucionar, de los cuales se evaluó específicamente los indicadores sobre metodología científica. Además, se detectó que los estudiantes se familiarizaran con los procesos de producción de conocimiento científico en términos de los indicadores 1 al 9 en los tres PGA.

**GRÁFICA 1**  
Comparativo de características de trabajo científico en los tres procesos experimentales.



Tomado y Adaptado de Payá 1991.  
Tesis Doctoral Universidad de Valencia

### Indicadores de Trabajo Científico

1) Formulación problema lógico y viable dentro del contexto	2) marco teórico construido acorde para entender el problema.
3) objetivos planteados coherentes con el problema	4) hipótesis formuladas para solucionar el problema;
5) hipótesis formuladas desde un marco teórico referente	6) diseño experimental derivado de la(s) hipótesis planteada(s)
7) materiales, reactivos necesarios y adecuados	8) procedimiento adecuado para el manejo de variables
9) recolección de información a través de una(s) tabla(s)	10) elaboración de gráfica(s) coherentes de acuerdo a los datos
11) interpretación de gráfica(s) en el análisis	12) realización de cálculos matemáticos adecuados;
13) comparación de los datos teóricos con experimentales	14) análisis microscópico del sistema químico
15) Elaboración de Conclusiones	

### CONCLUSIONES

En la fase diagnóstica se encontró que tanto los profesores y estudiantes consideran que las PL: Son un medio para comprobar la teoría y desarrollar habilidades y destrezas, se desarrollan a través de guías elaboradas por los estudiantes, o suministradas por los profesores, se llevan a cabo en horarios definidos previamente, se evalúan a través de los informes y no se enmarcan en un proceso de resolución de problemas.

La fase de implementación permitió que los estudiantes se familiarizaran con la metodología científica en cuanto a: La formulación de sus propias hipótesis en los temas relacionados, el diseño de los montajes, la identificación de los reactivos y materiales a utilizar, la contrastación de sus hipótesis en el laboratorio sobre soluciones, equilibrio químico y termodinámica, la sistematización y procesamiento adecuado de los resultados de las temáticas abordadas, elaboración, análisis y conclusiones coherentes con las hipótesis planteadas y el modelo teórico que las sustenta en cada caso.

Como dificultades generales en los estudiantes, después de la estrategia, se detectaron que hay fallas en la interpretación y análisis de gráficas, la elaboración de conclusiones y el planteamiento de nuevos problemas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DRIVER, 1986. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. Enseñanza de las Ciencias, 4 (1) pp. 3-16.
- HODSON D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 12. No. 3. Págs. 299 - 313.
- PAYA, J. (1991). Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física y la Química. Un análisis crítico y una propuesta fundamentada. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- SALCEDO L. 1991. Aprendizaje memorístico del Concepto de Equilibrio Químico. VIII Congreso Colombiano de Química Cali, memorias pp. 413-415.
- SALCEDO, L. y GARCÍA, J. (1995). Un Modelo Pedagógico de Aprendizaje por Investigación. Actualidad Educativa, año 2, número 6, marzo-abril, pp 57-64.