

17 Nuevos enfoques en la realización de prácticos de laboratorios de Química. Técnicas de microescala

Marcela Rodríguez, Nidia Viviana Brusadín, María Iturralde

Resumen: En investigaciones previas que hemos realizado en las cátedras de Química y Química General de primer y segundo año de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, en los años 2010 y 2011, observamos la necesidad de incluir en la cátedra el enfoque de la Química Verde y los conceptos de Microescala, vista ésta como una técnica alternativa de trabajo experimental donde se busca la reducción de reactivos químicos. Dichas investigaciones nos llevaron a plantear una propuesta didáctica innovadora de realizar las experiencias de laboratorio. El objetivo del presente trabajo es diseñar y realizar dichos prácticos de tal manera que fomenten en los alumnos su propia capacidad de investigación, que les permitan plantear por sí mismos las hipótesis que subyacen a las observaciones y experimentos, que resuelvan problemas y que logren un examen crítico de los resultados obtenidos. La utilización de técnicas de microescala, facilita este tipo de trabajos ya que reduce los tiempos en que se realizan los experimentos optimizando los otros aspectos mencionados previamente. Nadie duda del potencial didáctico de los trabajos de laboratorios para la enseñanza de Química, pero si no están bien diseñados, se transforman en “recetas de cocina” que lo disminuyen notoriamente. El marco teórico son las investigaciones didácticas previas realizadas por varios autores entre ellos Rodríguez (1999) y especialmente Hodson (1994) en las que establece las distintas fases que debe tener un práctico de laboratorio para lograr un aprendizaje significativo. La metodología utilizada es la mejora didáctica continua. Las conclusiones en esta etapa de la investigación habiéndose realizado en la cátedra este tipo de prácticos y comparándolos con los tradicionales que se realizaban previamente son las dificultades que presentan los alumnos en la comprensión de muchos conceptos y la necesidad de realizar experiencias de laboratorio que ayuden a lograr los objetivos de aprendizaje propuestos.

Palabras claves: microescala, didáctica, experiencias de laboratorio.

Antecedentes

Se vienen desarrollando en las cátedras de química y química General en los últimos años investigaciones para mejorar la didáctica de la materia. Se utilizan diferentes metodologías como Aprendizaje por medio de resolución de problemas, Aulas virtuales, Tics.

Se han realizado además investigaciones en la cátedra para incluir conceptos como “Química Verde” y Microescala. A modo de definición, las técnicas de Microescala son aquéllas donde se busca la reducción de reactivos químicos a su mínima expresión, suficiente para que los experimentos puedan ser efectivamente realizados, con un mínimo de impacto en el ambiente, a través de la generación de residuos en cantidades mínimas (esta es la definición aceptada por la International Union of Pure and Applied Chemistry, donde se reconoce a la Microescala como Química en Escala Pequeña).

Las técnicas de Microescala cuentan con grandes ventajas, como la reducción de costos y de efluentes, los prácticos se realizan en forma más dinámica, la disminución en el riesgo de accidentes en el laboratorio, entre otras.

La implementación de las técnicas de Microescala en el diseño y la realización de prácticos de laboratorio, permite que los alumnos tengan más tiempo para interpretar resultados, lo que favorece la implementación de nuevas metodologías pedagógicas.

Un aspecto sumamente importante de la enseñanza lo constituyen las prácticas experimentales, se sabe que dichas prácticas fortalecen el aprendizaje de química. Sin embargo se notan deficiencias en el diseño y la realización de los prácticos de laboratorio, suelen desarrollarse de la manera tradicional, al estilo recetas de cocina.

En consecuencia, se han notado dificultades por parte de los alumnos para realizar los experimentos, para comprender los fundamentos teóricos y para realizar análisis críticos de los resultados.

Los docentes nos enfrentamos al reto de innovar y replantear la enseñanza experimental para que incida realmente en el

mejoramiento de la calidad de la educación que se imparte actualmente.

Objetivo

Diseñar y realizar prácticos de laboratorio que fomenten en los alumnos su propia capacidad de investigación, que les permitan plantear por si mismos las hipótesis que subyacen a las observaciones y experimentos, que resuelvan problemas y que logren un examen crítico de los resultados obtenidos.

Utilización de técnicas de microescala, dichas técnicas facilitan este tipo de trabajos ya que reduce los tiempos en que se realizan los experimentos optimizando los otros aspectos mencionados previamente.

Incorporar conceptos de “química sustentable” en dichas prácticas.

Marco teórico

Las investigaciones didácticas más recientes muestran una mayor efectividad del aprendizaje cuando los estudiantes participan en investigaciones científicas que les permiten reflexionar sobre la naturaleza del trabajo científico (Hodson, 1994, Furió, 1994). Esto exige un cambio del entorno de aprendizaje de la ciencia que requiere ajustar los roles del profesorado y de los estudiantes. Cambios en los que se concibe a los estudiantes como aprendices activos y no pasivos y a los profesores como facilitadores del aprendizaje, antes que como suministradores de información. En este entorno se enfatiza la propia ciencia como actividad social y por tanto, se caracteriza no sólo porque cambian sus conceptos y teorías (cambio conceptual), sino porque también lo hacen simultáneamente sus objetivos, sus métodos de razonar (González de la Barrera, 1999).

Durante las dos últimas décadas, la justificación de la presencia de las prácticas de laboratorio en los currículos está mucho más elaborada. En una revisión extensiva de la bibliografía de investigación sobre la enseñanza de la ciencia orientada hacia el laboratorio (Lazarowitz y Tamir 1994), presentan una fundamentación representativa para los trabajos de los estudiantes en el laboratorio en términos de un conjunto de objetivos.

Ahora bien, la aplicación de una enseñanza en temas de ciencia basada en el uso de los experimentos, no significa que se logren automáticamente los objetivos del aprendizaje por el mero hecho de ir al laboratorio.

Tobin 1989, nos describe que, en la mayoría de los casos, la intención de la realización de prácticas de laboratorio es la de confirmar algo que ya se ha tratado en una lección de tipo expositivo. En estos casos suele exigir que los alumnos sigan una receta para llegar a una conclusión predeterminada. En consecuencia la demanda cognitiva del laboratorio con respecto a las dificultades del aprendizaje tiende a ser baja ya que la actividad se realiza sin buscar en ella el sentido de la investigación.

Novak y Gowin 1984, observaron que muchos alumnos perciben el laboratorio como un lugar donde hacen cosas, pero no ven el significado de lo que hacen. Por consiguiente, los alumnos proceden ciegamente a tomar apuntes o a manipular aparatos sin apenas tener un propósito y, como consecuencia, con poco enriquecimiento de la relación entre lo que hacen y alguna teoría.

Corresponde hacer un replanteo de lo que significan los prácticos de laboratorio en la enseñanza de la química.

Algunos investigadores han realizado reflexiones en torno al diseño del práctico de laboratorio y a su papel en el aprendizaje, (Gil et al 1991, Payá 1991, Hodson 1992 y 1994, González 1994, Séré 1998, Séré et al 2001, Tiberghien et al 2001...). opinan que las prácticas o guiones experimentales son una simple observación de un fenómeno, que se realizan de acuerdo con una serie de pasos estrictamente estipulados ("receta"), en que el experimento se reduce a la reproducción de un fenómeno en condiciones controladas, en la realización de mediciones y cálculos que, en el mejor de los casos, sólo posibilita el procesamiento de los datos según ciertas instrucciones, dejando a un lado las hipótesis que subyacen a las observaciones y experimentos, restringiendo la posibilidad de diseñar los experimentos, y de resolver las dificultades que surjan en el transcurso de las actividades experimentales, el examen crítico de los resultados obtenidos, y todo lo que desarrolla la imaginación y la creatividad en los alumnos.

En relación con los guiones experimentales, los educadores encuentran que los estudiantes realizan las prácticas teniendo una ligera idea de lo que están haciendo, sin apenas comprender el objetivo del experimento o las razones que han llevado a seleccionarlo, y con escaso entendimiento de los conceptos subyacentes, parece que “están siguiendo recetas”. Leite y Figueiroa (2004) opinan que las actividades de laboratorio están estructuradas inadecuadamente, presentan una discrepancia entre lo que se supone que hay que hacer, y la conclusión a la que se pretende llegar.

No olvidemos que las actividades experimentales bien estructuradas tienen el potencial de lograr un cambio efectivo en la estructura de conocimiento de nuestros estudiantes, porque al considerar aspectos como identificar las ideas previas, diseñar y utilizar diversas estrategias de aprendizaje que permitan modificar las concepciones alternativas (para que al presentarles la nueva información puedan reestructurar la información previa con la nueva, pero con un significado diferente), logran aprendizajes significativos. (Rodríguez, 1999).

Actualmente los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional en química enfatizan la necesidad de que los alumnos desempeñen un papel más activo, en el que las actividades experimentales comprendan tareas diversas desde realizar experiencias en el laboratorio hasta resolver problemas, que propicien una aplicación de los conocimientos y constituyan una alternativa al trabajo rutinario.

Considerando estas reflexiones y si pretendemos que nuestros alumnos se interesen por la naturaleza de la ciencia, debemos considerar los siguientes puntos que señala (Hodson, 1994):

1. Una fase de diseño y planificación, durante la cual se hacen preguntas, se formulan hipótesis, se idean procedimientos experimentales y se seleccionan las técnicas.
2. Una fase de realización, en la que se ponen en práctica varias operaciones y se recogen datos.
3. Una fase de reflexión, en la que se examinan e interpretan los hallazgos experimentales desde distintas perspectivas teóricas.
4. Una fase de registro y elaboración de un informe, en la que se registran el procedimiento y su razón fundamental, así como los distintos hallazgos conseguidos, las interpretaciones y las

conclusiones extraídas para uso personal o para comunicarlas a otros.

Según este diseño y realización de prácticos, los alumnos deben ser capaces de (Durmon, A., 1992):

- ✓ Identificar el problema, plantearse cuestiones y tener ganas de responderlos por sí mismos.
- ✓ Formular hipótesis.
- ✓ Imaginar contrastaciones experimentales de las hipótesis.
- ✓ Poner en tela de juicio sus representaciones a partir de los resultados experimentales.
- ✓ Buscar la información necesaria para la resolución del problema.
- ✓ Resolver el problema ideando experimentos.
- ✓ Imaginar aplicaciones y extrapolaciones de los “descubrimientos” que se han hecho.

Experiencia de aula

A modo de ejemplo se muestra como se suele desarrollar un práctico de laboratorio en forma “tradicional” y cómo lo plantea la cátedra según las investigaciones realizadas.

El primer práctico de laboratorio que se realiza en las cátedras de Química y Química General se llama:

Trabajo Práctico N° 1: Propiedades Físicas y Métodos de Separación.

El objetivo de dicho práctico es que los alumnos reconozcan sistemas materiales, propiedades físicas de las sustancias puras y métodos de separación físicos para separar mezclas y obtener dichas sustancias puras.

Diseño tradicional

Se plantea de la siguiente manera:

Objetivo del práctico: se establecen los objetivos.

Fundamentos teóricos: se establece los mismos (que es una propiedad física, cuáles son los métodos físicos de separación...)

Desarrollo

En el desarrollo se estipulan claramente las muestras a utilizar (pese 3 g de una muestra de cloruro de sodio y arena...) los

materiales de laboratorio que deberá utilizar, (para esta práctica deberá utilizar los siguientes materiales de laboratorio...) el procedimiento del experimento (agregue 20 mililitros de agua, filtre en un embudo con papel de filtro...) como deben desarrollarse los cálculos.

Diseño según una metodología didáctica de Hodson

Siguiendo la metodología que propone Hodson se menciona como se realizó el diseño del práctico:

Escenario

Se menciona la importancia de la identificación de sistemas materiales, que dicha identificación se basa en propiedades físicas y químicas y la purificación de productos y efluentes en la industria, siendo la mayoría métodos físicos de separación. Se comentan algunos ejemplos relacionados a las industrias de Mendoza.

Planteo del problema

Se les dan a los alumnos distintas muestras problema, a diferencia de un práctico tradicional, no se les dice que compuestos o elementos contienen, se les formulan varias preguntas para que las contesten según sus observaciones experimentales: Si son sistemas homogéneos o heterogéneos, que sustancias puras puede contener cada muestra, que propiedades físicas utiliza para predecir que sustancias puras contiene, que métodos físicos de separación utilizaría para separar los componentes de la muestra.

Resolución del problema

En esta etapa el alumno debe realizar una investigación para cada muestra, debe realizar observaciones experimentales, conocer los fundamentos teóricos para formular hipótesis (que tipo de sistema es, que compuestos tiene, elegir que propiedades físicas puede medir), verificar sus hipótesis (realizar mediciones de propiedades y realizar cálculos, análisis críticos (comparar sus mediciones con las establecidas en bibliografía, determinar fuentes de errores en las mediciones) elegir métodos adecuados de separación, proponer que materiales de laboratorio utilizaría para dichas separaciones, siempre con la supervisión del

profesor), diseñar los equipos para realizar las separaciones, realizarlas, verificar la obtención de sustancias puras.

Entrega del informe

En esta etapa el alumno entrega un informe detallado de todo lo realizado en laboratorio, las respuestas a preguntas teóricas, las mediciones realizadas, la corroboración con datos de bibliografía, los errores cometidos, el material de laboratorio utilizado, los procedimientos y equipos utilizados y las conclusiones.

En definitiva, son los propios alumnos los que deben construir sus conocimientos, para poder realizar los prácticos deben participar activamente que es uno de los objetivos deseados.

Conclusiones

Es fundamental que los alumnos participen activamente en la construcción de sus propios conocimientos, para lo cual hay que diseñar los prácticos de laboratorio de tal manera que logren llegar a ese objetivo.

Las técnicas de Microescala facilitan notoriamente ese tipo de prácticos.

Los alumnos deben estar motivados para mejorar su aprendizaje, para lo cual se diseñan los prácticos orientándolos hacia la “química verde”, se observa que es una fuente importante de motivación.

También es una fuente importante de motivación que desarrollen los prácticos de laboratorio en un contexto de alguna problemática regional.

Se trata de dar un sentido más amplio al trabajo práctico, elegir actividades que no sólo sean llamativas para el alumno, sino que éstas se orienten más a la reflexión, que favorezcan un mejor desarrollo conceptual con el fin de lograr que el trabajo en el laboratorio sea una actividad cautivante, motivadora y pueda ayudar a lograr los objetivos de aprendizaje propuestos.

La investigación pedagógica y didáctica del papel del laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y teorías de las ciencias experimentales, requiere de mayor atención y de trabajos

puntuales. De la misma forma, de un cambio en las concepciones epistemológicas de los profesores al respecto, como también de una modificación y precisión de los objetivos curriculares de la enseñanza de tales ciencias en los diferentes niveles del sistema educativo.

Referencias bibliográficas

- Arnáiz, F.; Pike, R. (1999). Microescala en los laboratorios de Química. Una revolución imparable. *Anales de la Real Sociedad Española de Química* 3, 45-51.
- Arnáiz, F. (2005). Química en microescala en los laboratorios de Química Inorgánica y Organometálica. *Educación Química* 16(4), 114-119.
- Cacciatore, K., Servian H. (2006). Teaching Lab Report Writing through Inquiry: A Green Chemistry Stoichiometry Experiment for General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 83, 7.
- Carillo, M., González R. (2002). *Microescala Química General Manual de Laboratorio*, México: Pearson Educación.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo del laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-312.
- Leite, L., Figueroia, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique*, 39, 30.
- Mattson, B. (2008). Microscale Gas Chemistry. *Educación Química*, 16[4], 114-128.
- Nieto Calleja, E., Carrillo Chávez, M., Gonzalez Muadás, R. (2005). Nuevos Contenidos, Nuevos Enfoques. Trabajos Prácticos En Microescala. 12 (3), 2-6.
- Orozco Barrenetxea, A., Pérez Serrano, A. (2008). Una Propuesta de actuación para la enseñanza de una química sostenible. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*. 104(1), 38-41.

* * *