

Observación y análisis de las prácticas de laboratorio de química general a estudiantes de ingeniería civil

Observation and Analysis of General Chemistry Laboratory Practices for Civil Engineering Students

Laura Jazmín Aldana Casas¹

Daniel Esteban González Ostos²

Margarita R. Rendón Fernández³

Resumen

En este artículo se presenta la experiencia de la práctica I en la observación de los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) de Química para estudiantes de primer semestre de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás de Aquino. Para lo cual, se hizo un trabajo de observación estructurada al interior del laboratorio y en las clases teóricas, (Observación mediante registros en diario de campo, Entrevista, Recolección de documentos), se procedió a seleccionar los TPL que representaban mayor peligrosidad a la salud y al ambiente, posteriormente, se construyó una ficha para recopilar las observaciones obtenidas del acompañamiento en la actividad experimental y, finalmente, se realizó la entrevista al docente titular para conocer sus perspectivas. Se concluyó, que, como profesores en formación inicial, la observación y la evaluación de los trabajos prácticos de laboratorio posibilita entender las dinámicas de trabajo que se desarrollan al interior de estos, adquirir visiones de los comportamientos y actitudes de

¹Profesora en Formación, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: ljaldanac@upn.edu.co

²Profesor en formación, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: degonzalezo@upn.edu.co

³Asesora PPyD I y II Universidad Santo Tomás de Aquino. Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: mrendon@pedagogica.edu.co

los estudiantes y del profesor, valorar sus perspectivas; además, analizar la importancia de identificar y prevenir accidentes a la salud y el ambiente en pro de mejorar la realización y desempeño en las prácticas.

Palabras clave

Observación estructurada, trabajos prácticos de laboratorio, ingeniería civil.

Abstract

This article presents the experience of practice I in the observation of practical laboratory work (TPL) in Chemistry for first semester students of Civil Engineering at the Santo Tomas de Aquino University. For which a structured observation work is done inside the laboratory and in the theoretical classes (Observation through records in the field diary, Interview, Documents collection), proceed to select the TPL that represent the greatest danger to health and to the environment, subsequently, a matrix is built to collect the observations obtained from the accompaniment in the experimental activity and finally the interview with the tenured teacher to know his perspectives. In conclusion, as teachers in initial training, the observation and evaluation of practical laboratory work makes it possible to understand the work dynamics that take place within them, acquire visions of the behaviors and attitudes of the students and the teacher, value their perspectives, in addition, to analyze the importance of identifying and preventing accidents to health and the environment in order to improve the implementation and performance of the practices.

Keywords: Structured observation, practical laboratory work, civil engineering.

Introducción

La observación crea una vinculación concreta y constante entre el investigador y el hecho o fenómeno que tiende a ceñirse a la sistematización de la realidad estudiada. La observación estructurada en las clases es importante junto con los registros que se recopilen, puesto que se establece una relación entre la práctica y la teoría, con ello reconstruir el saber pedagógico e indagar sobre la intervención y las posibilidades de transformación (Patiño, 2006). Es por esto que se opta por la observación estructurada en el ámbito universitario en el espacio de los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) de química, asignatura del programa de Ingeniería Civil, con el ánimo de analizar y reflexionar situaciones repetitivas registradas en diarios de campo por parte de los docentes en formación, de las evidencias acerca del interés procedimental, actitudinal y cognitivo de los estudiantes por la actividad experimental. Se encontró que los estudiantes llegaban a la práctica con insuficiente preparación, lo cual se reflejaba en las distracciones (uso del celular para chatear, charlas que no se relacionaban con el tema) que se retiraban del laboratorio constantemente y poca prevención con el uso de los implementos de seguridad, de los reactivos y la eliminación inadecuada de los residuos de acuerdo con las propiedades

características de estos por no reconocer los contenedores. En tal sentido, la pregunta que orienta la presente propuesta de investigación es: ¿cómo el observar y evaluar TPL en la asignatura de química permite generar una postura crítica en la identificación y prevención de peligros al interior de los laboratorios?

En conformidad con lo anterior, y desde la observación estructurada, se seleccionaron los TPL caracterizados con elevados riesgos de peligrosidad de acuerdo a la revisión de las guías propuestas por el profesor y del acompañamiento en la actividad experimental. Se aplicó una entrevista al profesor titular y se construyó una ficha de observación o escala piloto para lograr una aproximación a los procedimientos.

Referente conceptual

Química en la carrera de Ingeniería Civil

La universidad Santo Tomás busca que sus estudiantes realicen una transformación social en un ambiente sustentable mediante procesos de enseñanza-aprendizaje que responden de manera ética, creativa y crítica con el ánimo de aportar soluciones para las necesidades de la sociedad actual. Así pues, dentro de este marco, se encuentra como estrategia el modelo pedagógico del Aprendizaje Significativo teniendo en cuenta que busca relacionar la información nueva con los conocimientos previos, reajusta y reconstruye ambas informaciones en este proceso y, de esta manera, se cumple con la misión y visión de la universidad.

Por su parte, en el currículo del ingeniero civil, según el plan de estudios, en el ciclo básico, está incluida la disciplina Química como aquella ciencia que estudia la estructura y los cambios en las sustancias del mundo material

y suministra los conocimientos básicos sobre las mismas. El ingeniero debe poseer el conocimiento integral de los principios básicos de la Química, que incluye comprender las transformaciones permanentes de la materia, sus cambios de energía, estructura, propiedades y su relación con el entorno, con el objeto de predecir el comportamiento químico de los materiales y de los procesos industriales en los que se ven involucrados, permitiendo, de esta manera, mejorar y optimizar dichos procesos. Si bien los profesionales químicos tienen como objeto el estudio de los materiales, generalmente son los ingenieros los responsables de aprovechar estos conocimientos para caracterizar y diseñar un material en particular (Purpora, Medaura y Valente, 2018).

Trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de la química

Los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) son fundamentales para la familiarización de los estudiantes con la metodología científica y es conveniente plantearse 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 propusieran diseños experimentales (Salcedo et al., 2005). Por su parte, Caamaño (2005) plantea que los TPL en la clase de química aportan en la función ilustrativa de los conceptos, así como en la interpretativa de las experiencias a la vez que

facilitan el uso instrumental y de las técnicas básicas de laboratorio químico.

En esta misma línea, las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) identifican, definen y describen los principios que deben regir los procesos de la organización y las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la planificación y ejecución de los análisis de laboratorio para control de calidad de los ensayos, incluyendo el registro de datos, la preparación de los informes de análisis y los procedimientos de control y garantía de calidad de estas actividades. Las (BPL) representan el Conjunto de reglas, procedimientos operativos y prácticas adecuadas para garantizar que los datos generados por los laboratorios sean confiables (González, 2007).

Referente metodológico

La investigación se genera en el marco de la asignatura de Química General en la que participan 18 estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomás de Aquino. Dentro de los pasos desarrollados están: la elaboración e implementación del diario de campo que permite registrar permanentemente los aspectos referentes a lo procedimental, actitudinal y cognitivo de los estudiantes y del docente titular. Con base en este se procede a la selección y análisis de las guías de laboratorio que representan mayor riesgo y peligro en la manipulación de productos químicos junto con los residuos que generan contaminación ambiental. Las guías seleccionadas fueron: Tabla periódica, Enlace Químico y Reacciones químicas. Posteriormente, se elabora e implementa la entrevista al profesor titular del espacio de química, la cual consta de dos preguntas abiertas en relación con la ejecución de los TPL y el cumplimiento de las buenas prácticas de

laboratorio. Finalmente, se construye una ficha para registrar las observaciones de los tres trabajos prácticos de laboratorio que permite indagar por algunos riesgos a los que están expuestos los docentes y estudiantes que ingresan a un laboratorio de química (ver figura 1).

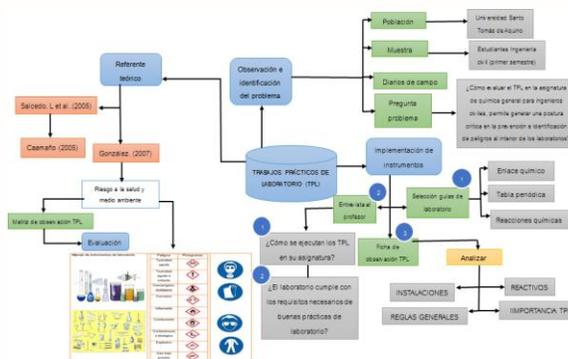


Figura 1. Descripción del desarrollo de la experiencia

Operaciones y actividades en un trabajo práctico de laboratorio

Mediante la observación estructurada se pueden describir, analizar e interpretar todos los eventos que se presentan en los desarrollos de cualquier espacio académico y, posteriormente, registrarlos en diversos protocolos de observación, lo cual genera la reflexión mediante la escritura y el registro empezando a reconstruir el saber pedagógico (Patiño, 2006). Un ejemplo de lo que se pretendía observar se muestra en la figura 1, específicamente en el cuadro de riesgo a la salud y medio ambiente, donde se presentan algunas de las operaciones y actividades más frecuentes que se realizan en un laboratorio y los riesgos asociados a las mismas representados en pictogramas y símbolos propios de la química.

Resultados y discusión

Entrevista

1. ¿Cómo se ejecutan los TPL en su asignatura?

Respuesta: Mis prácticas de laboratorio presentan un buen contenido temático y para que mis estudiantes se aproximen a estas, sugiero el diseño de diagramas de flujo, la revisión de hojas de seguridad de los reactivos y estudiar la teoría para buscar la relación con la práctica. Con ello, se puede ingresar al laboratorio y continuar con los procedimientos .

2. ¿El laboratorio cumple con los requisitos necesarios de buenas prácticas de laboratorio?

Respuesta: El laboratorio cumple con los requisitos básicos, se pueden desarrollar diferentes prácticas. Es importante hacer una revisión del trabajo experimental a realizar para tener en cuenta su precisión y exactitud, equipos a utilizar, calidad de los reactivos, implementos de seguridad, entre otros aspectos.

En la primera pregunta, el profesor afirma que exige el diagrama de flujo para que los estudiantes tengan de forma gráfica los pasos que se van a desarrollar en la práctica, además exige las fichas de seguridad de los diferentes reactivos que van a utilizar para prevenir accidentes. De acuerdo con lo que dice Caamaño (2005) los trabajos prácticos de laboratorio deben aportar en la construcción de conceptos, manejar y recolectar información

mediante la observación y la teoría. Sin embargo, en la observación de las prácticas de laboratorio, algunos estudiantes no muestran estudios previos, olvidan los implementos, no toman precaución con las sustancias y al plasmar sus resultados en un informe de laboratorio, no lo hacen desde un modo reflexivo y crítico.

Ante la segunda pregunta se evidencia que para el profesor son fundamentales las buenas prácticas de laboratorio (BPL), menciona que en el laboratorio se cumplen con los requisitos básicos, pero hace una recomendación en que la revisión de equipos debe ser preventivo y no correctivo puesto que pone en duda la exactitud, precisión o balance que pueda ofrecer este e indica que los reactivos químicos deben tener la rotulación adecuada y que los implementos de seguridad sean los adecuados según la práctica.

Ficha de observación TPL

Tabla 1. Resultados de la ficha de observación de TPL.

Ficha de observación TPL: manejo de reactivos, identificación y valoración de riesgos, según resolución 1369 de 2013								
La conforman 8 columnas: -Reactivos -Símbolos de peligrosidad -Rombo NFPA 704 -Reacciones químicas -Análisis químico -Tratamiento de productos -Consecuencias para la salud y el ambiente -Símbolo de disposición de residuos	 <div style="text-align: right;"> FICHA DE OBSERVACIÓN TPL <i>Manejo de reactivos, identificación y valoración de riesgos, según resolución 1369 de 2013</i> </div>							
	Nombre del TPL desarrollado							
	<i>Reactivos</i>	<i>Símbolo de peligrosidad</i>	<i>Rombo según NFPA 704</i>	<i>Reacciones químicas</i>	<i>Análisis químico</i>	<i>Tratamiento de los productos en el laboratorio</i>	<i>Consecuencias para la salud y el ambiente</i>	<i>Símbolo de disposición</i>
¿Qué eventos en los TPL fueron los más repetitivos?		Contrastación de lo observado con la resolución 1963 de 2013						
<ol style="list-style-type: none"> Presencia de ácidos fuertes y bases fuertes a altas cantidades y concentraciones: hidróxido de sodio (NaOH), ácido clorhídrico (HCl), ácido sulfúrico (H₂SO₄). Los residuos generados son elevadamente peligrosos: hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de potasio (KOH), hidróxido de magnesio (Mg(OH)₂), hidróxido de mercurio (Hg(OH)₂), ácido sulfuroso (H₂SO₃) y su eliminación no fue tan adecuada debido al desconocimiento de contenedores. Uso de tetracloruro de carbono (CCl₄) y óxido de mercurio (HgO), compuestos con características peligrosas. Vapores de compuestos volátiles dispersos al interior del laboratorio. 		En la observación de las prácticas de laboratorio se encontró que: <ol style="list-style-type: none"> Los estudiantes agregan 4 mL a 6 mL de reactivos, conllevando a la generación de altas cantidades de residuos peligrosos. El resultado en las reacciones sería el mismo si se agregará 2 o máximo 3 mL de las sustancias. También se observa que las concentraciones de estos reactivos son altas, presentando características con mayor riesgo al contacto. Acorde con la resolución 1369 se debe tener especial cuidado con el manejo, por ejemplo, de sustancias altamente potentes, infecciosas o volátiles (Ministerio de salud y protección social, 2013). En los laboratorios no es necesario el uso de este tipo de sustancias que presentan elevada toxicidad, pues persisten en el ambiente afectando a quienes lo manipulan. De acuerdo a la resolución 1369 se debe evitar el contacto innecesario con los reactivos, especialmente solventes y sus vapores. El uso de productos carcinógenos y mutágenos como reactivos debe ser limitado o totalmente excluido (Ministerio de salud y protección social, 2013). 						

<p>5. Poca precaución con las sustancias químicas existentes en las mesas de trabajo.</p> <p>6. Algunos estudiantes no hacían uso de la cofia, tapabocas y gafas.</p>	<p>4. En las diferentes prácticas de laboratorio están presentes los vapores de compuestos volátiles, agentes de riesgo para todos, y esto debido a la ausencia de la campana de extracción que es fundamental para no contaminar el lugar de trabajo. En atención a la resolución 1369 aquellas sustancias tóxicas deben ser manejadas en una instalación diseñada especialmente para evitar el riesgo de contaminación con los equipos adecuados (Ministerio de salud y protección social, 2013).</p> <p>5. Las sustancias químicas a utilizar aunque deben permanecer en un mismo sitio, se observa que los estudiantes las llevan a diferentes espacios sin ninguna prevención. De acuerdo con la resolución 1369 el personal debe estar instruido en el manejo seguro del material de vidrio, reactivos corrosivos y solventes, y en el uso de envases de seguridad o canastillas para evitar derrames, además de trabajar responsablemente en el lugar indicado (Ministerio de salud y protección social., 2013).</p> <p>6. Los estudiantes ingresan al laboratorio con bata, no se evidencia la utilización de cofia, gafas y tapabocas, obligatorios para cualquier práctica en el manejo de sustancias peligrosas. Teniendo en cuenta la resolución 1369 se debe disponer de ropa protectora, incluyendo protección de ojos, máscaras y guantes, se deben dar las advertencias, precauciones e instrucciones para el trabajo práctico de laboratorio (Ministerio de salud y protección social., 2013).</p>
---	---

Fuente : Elaboracion propia.

En la tabla 1, se muestran las observaciones recopiladas de los trabajos prácticos desarrollados “Tabla periódica, enlace químico y reacciones químicas”, que evidencian diferentes eventos repetitivos.

En los eventos 1 y 2 no se tienen en cuenta el uso de técnicas experimentales a nivel de microescala, por lo que no posibilita un acercamiento a prácticas conscientes con el ambiente.

Reducirse las cantidades y concentraciones de los reactivos no implica que no se vaya a producir la reacción o no se vaya a generar el mismo comportamiento de los reactantes, solo es una modificación para que el proceso sea adecuado para la seguridad de los

estudiantes, del profesor y del medio ambiente, con ello también se reduce la generación de residuos (Olaguez y Espino, 2013).

En cuanto a residuos producidos no hay la debida claridad en su peligrosidad ni en su adecuada eliminación, que desde las buenas prácticas de laboratorio, según resolución 1369 de 2013, se exige el conocimiento adecuado para su tratamiento, deben ser desactivados de su condición de peligrosidad y adicionarlos en los recipientes adecuados con su respectiva identificación (Zumalacárregui y Mondeja, 2003). Respeto al evento 3 se hace necesario hacer cambios en los reactivos que presentan toxicidad y que no sean aptos para la salud. De acuerdo al evento 4 para los laboratorios en los que se genere gases es

necesaria una campana de extracción, los vapores afectan a la salud y contaminan el entorno. En el evento 5 es necesario tener precaución con la incompatibilidad

de los productos de tal manera que se encuentren lo más separados posibles. En el evento 6 se evidencia que los estudiantes no portan los elementos necesarios de seguridad, no ven la importancia de hacerlo quizás porque no ha ocurrido un evento lamentable o un accidente que atente con sus vidas.

Conclusiones

La aplicación de la técnica de observación estructurada en los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) de Química en Ingeniería Civil conlleva a recolectar datos, sistematizarlos y encontrar eventos repetitivos respecto a la inadecuada manipulación de sustancias químicas, desconocimiento en el tratamiento de residuos, no seguir las medidas preventivas, actitudes de desinterés por las temáticas desde la teoría, entre otros aspectos. Lo cual permite proponer e incorporar este enfoque en la enseñanza de la Química desde la implementación de recursos y nuevas metodologías.

La observación estructurada desde los diarios de campo y la evaluación de los trabajos prácticos de laboratorio posibilitan entender las dinámicas de trabajo que se desarrollan al interior de estos, adquirir visiones de los

comportamientos y actitudes de los estudiantes y del profesor, valorar sus perspectivas. Además, permite analizar la importancia de identificar y prevenir accidentes a la salud y el ambiente en pro de mejorar la realización y desempeño en las prácticas.

En la Ingeniería Civil dentro de su plan de estudios para los primeros semestres el conocimiento de la química es primordial, pues da explicación y permite predecir el comportamiento químico de los materiales y de los procesos industriales en los que se ven involucrados, pueden mejorarse y optimizarse dichos procesos para un mayor cuidado y preservación del medio ambiente, de allí que desde los TPL en Química los estudiantes y docentes deban adquirir mayor conciencia y conllevar a realizar cambios en sus actuaciones y estilos de trabajo, así como ampliar sus conocimientos en el contexto ambiental.

Con base en el proceso de observación del espacio teórico práctico de un curso de química general para estudiantes de ingeniería civil se considera importante que estudiantes y profesores generen posturas más críticas de sus actividades dentro del laboratorio, que transformen actitudes y comportamientos para evitar accidentes y daños al medio ambiente, lo cual propende por la formación integral del futuro profesional.

Referencias

- Caamaño, A. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Revista Educación química*, 16(1), 11-13. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.1.66132>
- González, M. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad*. Editorial Delta.
- Ministerio de salud y protección social. (2013, 17 de septiembre). *Resolución 003619 de 2013*. Diario oficial n.º 48 918. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30033957>
- Olaguez, J y Espino, P. (2013). Perspectivas de educación ambiental en las instituciones de educación superior. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 24-31. <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/19>
- Patiño, L. (2006). La observación de la práctica pedagógica en la formación de futuros docentes. *Pedagogía y Saberes*, (24), 27-31. <https://doi.org/10.17227/01212494.24pys27.31>
- Purpora, R., Medaura, C y Valente, G. (2018, junio). Estrategia didáctica para la promoción de química general en ingeniería civil. *I Jornada de Divulgación de la Carrera de Ingeniería Civil*. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo.
- Salcedo, L., Villarreal, M., Zapata, P., Rivera, J., Colmenares, E y Moreno., S. (2005). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en educación superior. *Revista Enseñanza de las ciencias*, extraord., 1-5.
- Zumalacárregui de Cárdenas, B y Mondeja, D. (2003). Problema medioambiental en laboratorios químicos: trabajo para su solución. *Revista Pedagogía Universitaria*, 8(4), 8-19.