

# HACIA LA TRANSFORMACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA PARA INGENIERÍA

Tania Tapia Opazo - Universidad de La Frontera - tania.tapia@ufrontera.cl

Andrea Arias Padilla - Universidad de La Frontera - andrea.arias@ufrontera.cl

## RESUMEN

En la constante búsqueda del fortalecimiento en las ciencias básicas para estudiantes de primer año de ingeniería, se incorporan distintas estrategias y metodologías que sin duda logran elevar la aprobación y retención de estudiantes. Sin embargo, en muchos casos este aumento es suficiente sólo para dar respuesta satisfactoria a las exigencias mínimas de aprobación de la asignatura y con esto, una posterior acreditación de la carrera, sin asegurar un conocimiento y aprendizaje significativo en los estudiantes. Tal es el caso, en la asignatura de Química de los Materiales, para estudiantes de Ingeniería en Construcción de la Universidad de La Frontera, cuyo porcentaje de aprobación en los años 2016-2017 es de 89% y 94%, pero el promedio de aprobación es de 4,4 y 4,2 respectivamente.

Con el deseo de mejorar estos índices, particularmente el promedio de aprobación, se plantea modificar las actividades prácticas de laboratorio química, con actividades que respondan al programa de asignatura, pero además ofrezcan una visualización de aplicación en su futuro profesional, dándole un enfoque más activo, con la metodología indagatoria. De esta forma, se espera promover la participación activa, la motivación para el trabajo en clases, elevar el aprendizaje significativo y por consiguiente, aumentar el promedio de la asignatura.

**PALABRAS CLAVES:** laboratorio de química, metodología indagatoria, participación activa, aprendizaje significativo.

## INTRODUCCIÓN

En la constante búsqueda del fortalecimiento en las ciencias básicas para estudiantes de primer año de ingeniería, se incorporan distintas estrategias y metodologías que logren elevar el aprendizaje, la aprobación y retención de estudiantes.

La implementación de los laboratorios en asignaturas de ciencias, como física, química o biología han sido un buen complemento para una comprensión más acabada de los contenidos. De esta forma la implementación de laboratorios en educación superior tiende a ser más frecuente, sin embargo, no cuenta con un proceso de revisión que logre sistematizar y analizar los factores o elementos constitutivos de esas prácticas (Galvis, 2017).

No obstante, cada vez que se considera la modificación de la asignatura para obtener mejores resultados de aprendizaje, motivación, participación activa de los estudiantes, entre otros, las innovaciones metodológicas que se incorporan, en su gran mayoría consideran cambios en el aula, tales como aprendizaje basado en problemas (ABP), el aula invertida, resolución de problemas en grupo, portafolio, desarrollo de investigaciones, búsquedas bibliográficas, etc. y no en las actividades de laboratorio.

Hoy en día, gran parte de las actividades de laboratorio están orientadas al desarrollo de actividades que tienden a ser una “receta” que debe seguir el estudiante (Cardona, 2013), lo que tiende a la adquisición de distintas habilidades de motricidad y de orden, pero no necesariamente demandan al estudiante un análisis metacognitivo de lo que aprende, ni implican la creación de nuevos conocimientos correspondientes al nivel de logro superior (Anderson y col. 2001).

En el contexto específico de la formación en química, surge como necesidad replantear los métodos tradicionales de enseñanza de laboratorio, aplicando metodologías de participación activa, que permitan la colaboración entre estudiantes y el desarrollo de pensamiento crítico (González y col., 2016).

### **Metodología Indagatoria como Estrategia de Aprendizaje**

La indagación puede explicarse como un estado mental caracterizado por la investigación y la curiosidad. Indagar se define como “la búsqueda de la verdad, la información o el conocimiento” y los seres humanos lo hacen desde su nacimiento hasta su muerte. El aprendizaje por indagación es una actitud ante la vida, que implica involucrar al individuo en un problema y desde esta óptica, aportar soluciones. Dentro del ambiente del aprendizaje, pretende que el docente ayude a los alumnos a externalizar todas sus grandes ideas a través de preguntas, y que busquen con interés las posibles respuestas, penetrando en el fondo de las ideas, desarrollando esa capacidad de asombro ante la realidad, analizando, entendiendo y reflexionando (Garritz, 2010).

El enfoque indagatorio requiere que los estudiantes piensen en forma sistemática o investiguen para llegar a solucionar razonables a un problema, esta es una característica distintiva de la indagación, pues la enseñanza se centra en el estudiante, no en el profesor; se basa en problemas, no en soluciones y promueve la colaboración entre los estudiantes, todo lo anterior, en una atmósfera de aprendizaje físico, intelectual y social (Hernández, 2012).

Paralelamente el enfoque por indagación, facilita la participación activa de los estudiantes en la adquisición del conocimiento, ayuda a desarrollar el pensamiento crítico, la capacidad para resolver problemas y la habilidad en los procesos de las ciencias y las matemáticas, por último también estimula para que los docentes se preparen y capaciten mejor para ayudar a los estudiantes a progresar en su conocimiento (Uzcátegui y Betancourt, 2013).

¿Por qué Incluir la Indagación en la Enseñanza? La indagación debe usarse como una estrategia para el aprendizaje por varios motivos: vivimos en un mundo cambiante, los alumnos tienen una necesidad de desarrollar su comprensión de la vida moderna y además nuestra sociedad se mueve muy rápido, tiene conexiones globales y se orienta hacia la tecnología. En suma, se requiere formar personas que sean capaces de resolver problemas y con capacidad de crítica, es decir una integrantes de una sociedad que piensa con inteligencia (Hernández, 2012).

### **Etapas de la metodología indagatoria:**

- A. *Fase de Focalización.* Se trata de presentar un problema cuya temática a abordar se relacione con el objetivo de la actividad. Esto se hace habitualmente a través de una discusión en clase provocada por una pregunta focalizadora en la cual los estudiantes comparten lo que saben del tema y sus posibles respuestas a la interrogante planteada. El profesor debe fijarse que nadie responda solo con un sí o con un no, debe promover que todos argumenten sus respuestas de acuerdo a sus creencias, no en función de la “materia” que él enseña pero si hay quienes la usan que no lo impida. Las respuestas a las preguntas, son solo eso, respuestas. Si hay algunas respuestas o argumentos erróneos o correctos, eso se confirmará en una fase posterior. Es una etapa donde se debe estimular y centrar la atención de los alumnos en torno al tema planteado, además, como recoge todas las ideas de los estudiantes sin emitir juicios, esta etapa le permite

entender el conocimiento actual de los estudiantes, sus posibles ideas erróneas y para considerar cómo incorporarse esta información y la curiosidad de los niños, para alentarlos a considerar la búsqueda de sus propias respuestas.

- B. *Fase Exploratoria*. El objetivo de toda actividad indagatoria es que el estudiante se apropie progresivamente, de aprendizajes. Así el aprendizaje les será significativo. En el proceso también habrá consolidación de la expresión oral y escrita en torno a los aprendizajes. En esta fase está la clave de la metodología. Aquí se hará una actividad experimental con materiales de fácil acceso. No debe requerirse un laboratorio sofisticado ni grandes aparatajes que ilustran, casi siempre, la idea de laboratorio de ciencias. Esta etapa está centrada en los estudiantes, ellos ponen manos a la obra, y se comprometen con la exploración a profundidad de los fenómenos de la ciencia. En ella, el docente juega un rol de facilitador. Éste observa, plantea preguntas, y asiste a los alumnos que lo requieran. Durante esta fase es importante para los estudiantes tener el tiempo adecuado para completar su trabajo y para realizar pruebas de repetición, si es necesario. Los estudiantes generalmente trabajan en pequeños grupos durante esta fase, así tienen la oportunidad de discutir sus ideas con sus compañeros de clase, lo cual es una parte valiosa del proceso de aprendizaje.
- C. *Fase de Reflexión*. Está centrada en el profesor. En esta etapa se “pone nombre” a cosas, eventos, procesos. La función del docente es ordenar la información recopilada en la fase exploratoria. El docente guía a los estudiantes para que éstos desarrollen un vocabulario pertinente y los estimula a que formulen definiciones y expliquen conceptos con sus propias palabras, siempre basados en la evidencia lograda por los estudiantes en la etapa exploratoria, a la vez formaliza definiciones, explicaciones y nuevos conceptos, utilizando las explicaciones de los alumnos como base. Aquí es donde se afianzan los conocimientos previos de los alumnos. También es donde se producen las modificaciones de los mismos. Aquí es donde se manifiesta el aprendizaje que pudo haber obtenido el alumno. Una vez que se han obtenido los resultados experimentales se verifica si las predicciones e hipótesis hechas por los alumnos en forma individual y grupal se ven o no confirmadas. Se espera que si lo predicho por los alumnos se constata en la observación experimental, hay un argumento empírico que da validez a los conocimientos previos que tenían. Si no se cumple lo predicho, entonces debe producirse una modificación de los conocimientos previos. Cualquiera sea la situación, lo interesante es que lo acertado o no que estaban los conocimientos previos, sobre un tema específico, proviene de una verificación experimental. También es útil que el profesor, en este paso casi final, organice las ideas y los aprendizajes logrados dando un lenguaje más apropiado o más coherente. No hay que modificar sustancialmente lo que plantean los propios alumnos, pero hay que velar porque no se aprendan “errores”.
- D. *Fase de Aplicación*. Esta fase está centrada en los estudiantes. Es una etapa de transferencia de los conceptos adquiridos, donde los alumnos utilizan los conceptos, definiciones, y explicaciones en situaciones parecidas. Proponen preguntas y soluciones, toman decisiones y diseñan experimentos. Sacan conclusiones en torno a una situación a partir de la evidencia recogida. Comparan su propia comprensión con la de sus compañeros. En esta fase está la verificación si el objetivo que se había propuesto para la actividad ha sido logrado con éxito. Es una fase donde se transfiere lo aprendido a otras situaciones que no necesariamente se han planteado en la actividad hasta el momento anterior a esta instancia.

Por lo anterior este trabajo tiene como objetivo la modificación de las actividades prácticas de laboratorio, de acuerdo a la metodología indagatoria, para promover motivación, participación activa, aprendizaje significativo, y por consecuencia elevar los índices y promedios de aprobación de la asignatura de Química.

## DESARROLLO

## Antecedentes del grupo objetivo

- La asignatura de Química de los Materiales está dirigida para estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería en Construcción de la Universidad de La Frontera.
- El ingreso anual fluctúa entre 60-70 estudiantes.
- El puntaje de ingreso a la carrera tiene un promedio de 604,42 puntos.

## Actividades realizadas durante los años 2016 y 2017

Las guías de laboratorio están diseñadas como un protocolo que deben desarrollar, y de acuerdo a eso, los estudiantes deben resolver ejercicios y responder algunas preguntas planteadas entre cada actividad. Los contenidos están distribuidos en seis sesiones de laboratorio, de acuerdo al siguiente detalle:

- Práctico 1: Determinación de dimensiones básicas: determinación de masa, volumen, densidad  
Práctico 2: Técnicas de separación: decantación, filtración, centrifugación, precipitación, cristalización  
Práctico 3: Reacciones químicas: clasificación de reacciones y estequiometría  
Práctico 4: Preparación de soluciones: unidades físicas y químicas de concentración  
Práctico 5: Equilibrio ácido base: técnicas de medición de pH y constantes de acidez  
Práctico 6: Reacciones orgánicas: reacciones orgánicas elementales más representativas

## Actividades por realizar durante el segundo semestre 2018

1. Cada una de las guías se modificará en su procedimiento, de acuerdo a la metodología indagatoria, de manera tal, que puedan desarrollarse las cuatro fases de ella:
  - Etapa de focalización: Adaptación y contextualización del contenido
  - Etapa de exploración: Apropiación progresiva de conceptos, etapa de experimentación con sustancias y materiales de laboratorio.
  - Etapa de reflexión: Conducción y ordenamiento por parte del profesor(a) de definiciones, conceptos, procesos recopilados por los estudiantes.
  - Etapa de aplicación: Transferencia de conceptos adquiridos, cuestionamiento, decisiones, propuestas, conclusiones.
2. Aplicación de encuesta Likert a los estudiantes, para recolectar información sobre percepción de la innovación metodológica y la incidencia de ésta sobre los resultados obtenidos.

## RESULTADOS

Los antecedentes con los que se cuenta hasta ahora, y que son el respaldo para proponer este trabajo, son los promedios de aprobación de los años 2016 y 2017, de la asignatura de Química de los Materiales, para los estudiantes de Ingeniería en Construcción, de acuerdo a lo detallado en la siguiente tabla:

**Tabla N° 1. Porcentaje y promedios de aprobación para la asignatura de Química de los Materiales**

	Número de estudiantes	Porcentaje de aprobación (%)	Promedio cátedra	Promedio laboratorio	Promedio final
Año 2016	64	89	4,3	4,7	4,4
Año 2017	70	94	4,0	4,7	4,2

Luego de la aplicación de esta metodología, se hará una recolección de información de índole cuantitativa (notas y promedios) para realizar un análisis estadístico comparativo entre los resultados de los años 2016-2017, y año 2018.

Por otra parte, se hará la recolección de información de índole cualitativa (encuestas de apreciación Likert), para analizar percepción de los beneficios y limitaciones que pueda tener la metodología, como así mismo la incidencia de la metodología sobre mejoras obtenidas.

## CONCLUSIONES

Se espera aplicar la metodología indagatoria, en cada una de las actividades de laboratorio de Química de los Materiales, para estudiantes de Ingeniería en Construcción.

Se espera que la incorporación de esta metodología promueva la motivación y participación y aprendizajes significativos de los estudiantes en la asignatura.

Como consecuencia de lo anterior, se espera una elevación en los índices y promedios de aprobación de la asignatura de Química de Materiales.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto de Investigación formativa IF17-0029, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Dirección de Investigación, Vicerrectoría de Pregrado.

Departamento de Ciencias Químicas y Recursos Naturales.

## REFERENCIAS

Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J. y Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (complete edition)*. Nueva York: Longman.

Cardona, F (2013). *Las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica* (tesis enédita de maestría). Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Galvis, M., Laiton, P., Ávalo, A. (2017). Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿Cómo transformarlas?. *Actualidades Pedagógicas*, (69), 81-103.

Doi:<http://dx.doi.org/10.19052/ap.4085>.

Garriz A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje *Educación química*. 21(2). pp.106-110.

González, A., Rozas, K., Hernández, C. (2016). Transformando el enfoque del laboratorio de química para la formación del profesorado. Un estudio de caso en Chile. *Escenarios* N° 18, pp 6-20.

Hernández C. (2012). Utilización de la indagación para la enseñanza de las ciencias en la E.S.O. Elaboración de material didáctico y su puesta en práctica en el aula. Trabajo fin de máster, Valladolid. Máster en Profesor de Educación Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

Uzcátegui Y. y Betancourt C. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Inquiry methodology in the*

teaching of the sciences: a review of its growing implementation to basic and secondary education level.  
*Revista de Investigación* N° 78, Vol. 37