EIEI ACOFI 2025
5º Congreso Latinoamericano de Ingeniería
Más Información: www.acofi.edu.co/eiei
Ingeniería de impacto para cuidar y transformar la vida
ACOFI: 50 años por la excelencia de la educación en ingeniería.

# El Slime como herramienta educativa en la enseñanza de la química

**Natalia Andrea Agudelo Pérez, Sandra Adela Torijano Gutiérrez**

**Universidad EIA**
**Envigado, Colombia**

## Resumen

El proyecto de aula "La Química del Slime" se implementó en el curso de Química General e Inorgánica para estudiantes de primer semestre de ingeniería en la Universidad EIA. Esta iniciativa buscó fortalecer la comprensión de conceptos teóricos fundamentales, como estequiometría, preparación de soluciones y pH, mediante una metodología activa centrada en la síntesis y caracterización del slime. Los participantes, con edades entre 17 y 19 años, trabajaron en equipos para analizar la reacción entre bórax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) y alcohol polivinílico (PVA), evaluando el impacto de variables como la concentración de reactivos y las condiciones del medio en las propiedades físicas del material resultante.

El proyecto se estructuró en tres fases: (1) análisis estequiométrico de la reacción, (2) preparación de soluciones con diferentes concentraciones de PVA, y (3) estudio del efecto del pH. Adicionalmente, se incorporaron componentes como limaduras de hierro y colorantes fluorescentes para explorar propiedades magnéticas y ópticas. Los resultados mostraron que este enfoque no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también fomentó habilidades como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la creatividad. La presentación final de los resultados mediante posters y videos demostró la capacidad de los estudiantes para comunicar hallazgos científicos de manera efectiva.

**Palabras clave**: slime; enseñanza de la química; aprendizaje activo.

## *Abstract*

*The classroom project "The Chemistry of Slime" was implemented in the General and Inorganic Chemistry course for first-semester engineering students at Universidad EIA. This initiative aimed to strengthen the understanding of fundamental theoretical concepts, such as stoichiometry, solution preparation, and pH, through an active methodology focused on the synthesis and characterization*

DOI: https://doi.org/10.26507/paper.4190

*of slime. Participants, aged 17 to 19, worked in teams to analyze the reaction between borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) and polyvinyl alcohol (PVA), evaluating the impact of variables such as reactant concentration and medium conditions on the physical properties of the resulting material.*

*The project was structured into three phases: (1) stoichiometric analysis of the reaction, (2) preparation of solutions with different PVA concentrations, and (3) study of the pH effect. Additionally, innovative components such as iron filings and fluorescent dyes were incorporated to explore magnetic and optical properties. The results showed that this approach not only improved academic performance but also fostered skills such as collaboration, critical thinking, and creativity. The final presentation of the results through posters and a video demonstrated the students' ability to communicate scientific findings effectively.*

***Keywords****: slime; chemistry teaching; active learning*

## 1. Introducción

La química es una ciencia fundamentalmente experimental que estudia la composición, estructura y propiedades de la materia, así como las transformaciones físico – químicas que esta experimenta y los cambios energéticos asociados a dichos procesos (Chang & Goldsby, 2017). Su naturaleza empírica no solo implica la manipulación de sustancias y reacciones, sino también la evolución constante de su lenguaje y metodologías, aspectos críticos para la enseñanza y el aprendizaje (Araque Marín & Mazo Lopera, 2015). No obstante, la transmisión de conceptos abstractos — como estequiometría, soluciones o equilibrio químico en medio acuoso — representa un desafío pedagógico significativo, especialmente en estudiantes de primer semestre de ingeniería, quienes a menudo carecen de buenas bases en química (Gabel, 1999).

En este contexto, las estrategias educativas tradicionales, centradas en clases magistrales y ejercicios teóricos descontextualizados, suelen resultar insuficientes para lograr una comprensión profunda y duradera (Hofstein, 2004). Estudios recientes demuestran que los estudiantes retienen solo el 10% de lo que leen, pero retienen hasta el 75% de lo que practican activamente (Laboratories, 2025). Por tanto, el modelo pirámide de aprendizaje, visualizado en la figura 1. Sugiere que algunos métodos son más efectivos que otros y que variar los métodos conducirá a un aprendizaje profundo y a una retención a más largo plazo.

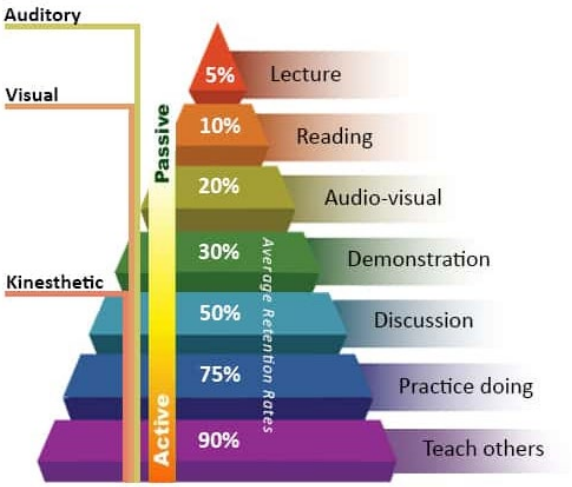


Figura 1. Modelo Pirámide de Aprendizaje. Adaptado de NTL Institute of Applied Behavioral Science Learning Pyramid.

Esta brecha ha impulsado la adopción de enfoques distintivos, como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), donde los estudiantes construyen conocimiento mediante la resolución de problemas reales y la experimentación (Thomas, 2000).

El proyecto "La Química del Slime" se enmarca en esta visión pedagógica, utilizando un material cotidiano como vehículo para explorar principios químicos fundamentales. El slime, un fluido no newtoniano obtenido de la reacción entre bórax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) y alcohol polivinílico (PVA), ofrece múltiples ventajas didácticas:

- **Accesibilidad:** emplea reactivos económicos y de bajo riesgo, permitiendo su implementación en laboratorios básicos ((ACS), 2018).
- **Versatilidad conceptual**: abarca desde estequiometría hasta propiedades de polímeros, pasando por preparación de soluciones y reacciones ácido – base.
- **Interdisciplinariedad:** vincula la química con la ciencia de los materiales y la ingeniería, reforzando el enfoque STEM (Bybee, 2013).

Además, este proyecto aborda una crítica recurrente en la educación científica contemporánea: la persistente desconexión entre los fundamentos teóricos y su aplicación práctica. Esta brecha pedagógica ha sido ampliamente documentada en la literatura especializada, donde se señala que muchos estudiantes pueden resolver problemas matemáticos de estequiometría, pero no logran transferir ese conocimiento a situaciones experimentales reales, desconectando la relación los tres niveles fundamentes en la educación química (Talanquer, 2011). La propuesta de Johnstone (Johnstone, 1991) sobre estos tres niveles – macroscópico, microscópico y simbólico - proporciona un marco teórico para superar esta dicotomía, y la síntesis de slime facilita esta integración; ya que el proceso de creación y estudio del slime permite a los estudiantes:

- Observar cambios macroscópicos (viscosidad y color).
- Interpretar interacciones moleculares (reticulación PVA – bórax).

- Representar el proceso mediante ecuaciones químicas.

Investigaciones recientes en educación química (Seery, 2017) destacan que actividades de este tipo, donde los estudiantes pueden manipular variables y observar consecuencias inmediatas, mejoran significativamente:

- La retención a largo plazo de conceptos.
- La capacidad de transferencia del conocimiento.
- El desarrollo de habilidades transferibles, como trabajo en equipo y comunicación.
- Las habilidades de razonamiento científico.
- El desarrollo de habilidades prácticas en el laboratorio.

Por tal motivo, la integración de observar, interpretar y representar, transforma al slime de un simple material divertido en una poderosa herramienta educativa que hace tangibles conceptos abstractos, cumpliendo con el principio de que el conocimiento se edifica sobre experiencias concretas (Marín, 2021). Además, el proyecto permitirá analizar cómo se lograron los objetivos de aprendizaje de los estudiantes en la asignatura "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer semestre de los programas de ingeniería de la Universidad EIA con el fin de superar la brecha teoría – práctica mediante la implementación de una actividad accesible pero conceptualmente rigurosa.

## 2. Metodología

El proyecto "La Química del Slime" se desarrolló bajo el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), una metodología activa que sitúa a los estudiantes como protagonistas de su propio aprendizaje mediante la resolución de problemas contextualizados ( (Krajcik, 2014). Cada práctica se diseñó para integrar fundamentos teóricos con habilidades experimentales, fomentando el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la aplicación de conceptos químicos en la síntesis y caracterización de materiales poliméricos.

El estudio se centró en la reacción entre el alcohol polivinílico (PVA) y el bórax, representada estequiométricamente en la siguiente reacción:

$$4\,PVA + B(OH)_4^- \rightarrow\ Slime + 4\,H_2O$$

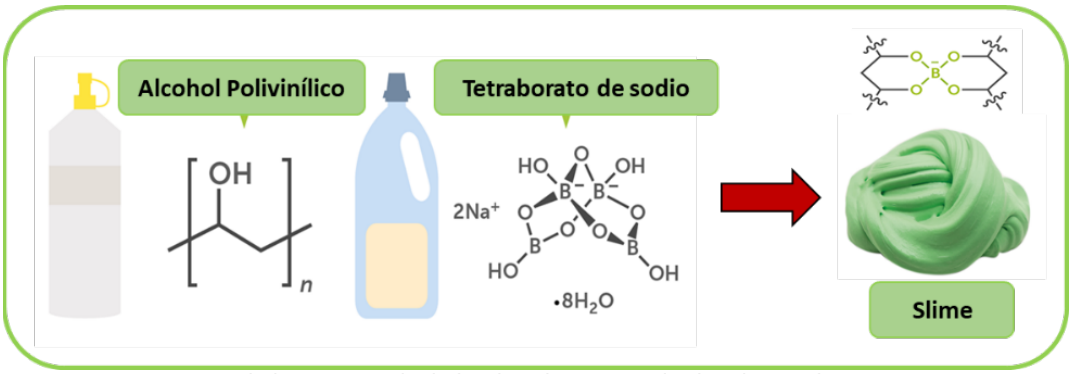


Figura 2. Reacción de bórax con alcohol polivinílico. Tomado de: chemical & engineering news

A continuación, se describen las tres prácticas que componen el proyecto, resaltando su conexión con los principios del ABP, variables clave y competencias desarrolladas:

### 2.1. Práctica 1: Estequiometría y Rendimiento de Reacción

**Enfoque ABP:** ¿Cómo optimizar la producción de slime mediante el balance estequiométrico?

Esta primera práctica se centró en el análisis estequiométrico de la reacción entre el bórax y diferentes masas del alcohol polivinílico (PVA). Los equipos de trabajo enfrentaron el desafío de determinar la proporción óptima de reactivos para maximizar el rendimiento del slime, un problema común en la industria de materiales, evaluando:

- **Variable principal:** diferentes masas de PVA (2 g, 4 g, 6 g), para definir la reticulación polimérica más adecuada.
- **Variable secundaria:** volumen fijo de solución de bórax.
- **Propiedades evaluadas:**
  - Viscosidad dinámica
  - Apariencia
- **Predicciones:** partiendo de la ecuación química balanceada, los estudiantes realizaron predicciones teóricas que luego contrastaron con los resultados experimentales.

### 2.2. Práctica 2: Soluciones y Propiedades de Materiales

**Enfoque ABP:** ¿Cómo influye la concentración de PVA en las propiedades finales del slime?

Esta segunda práctica se centró en el estudio de las propiedades del slime mediante el control de variables de concentración y la incorporación de aditivos funcionales. Este enfoque permitió integrar conceptos teóricos sobre la preparación de soluciones con habilidades experimentales y siguiendo una metodología estructurada en tres momentos:

- **Variable principal:** concentración fija de PVA (7,7 % m/m), seleccionada para garantizar una reticulación polimérica adecuada.
- **Variables secundarias:**
  - Presencia/ausencia de limaduras de hierro para evaluar propiedades magnéticas.
  - Presencia/ausencia de colorante fluorescente para analizar cambios ópticos.
  - Volumen constante de solución de bórax como agente reticulante.
- **Propiedades evaluadas:**
  - Prueba de fluidez.
  - Caracterización magnética.
  - Análisis óptico.
- **Predicciones:** los estudiantes realizaron cálculos estequiométricos preliminares, determinando la masa de PVA y de agua necesaria para preparar una solución al 7,7% m/m. Y contrastando los resultados experimentales con las pruebas definidas.

### 2.3. Práctica 3: Efecto del pH en las Propiedades del Slime

**Enfoque ABP:** ¿Cómo afecta el pH del medio las propiedades estructurales del slime?

Esta tercera práctica se centró en analizar el impacto de ácidos y bases fuertes en la red polimérica del slime, manteniendo constante los parámetros de concentración (7,7% m/m de PVA y volumen de bórax). Los estudiantes abordaron el problema evaluando como la modificación del pH podría optimizar las propiedades del slime y considerando los siguientes factores:

- **Variable principal:** pH del medio
  - Ácido: HCl 0,5 M.
  - Neutro: agua destilada
  - Básico: NaOH 0,5 M
- **Variables secundarias:**
  - Concentración de PVA (7,7% m/m).
  - Volumen fijo de bórax,
- **Propiedades evaluadas:**
  - Viscosidad.
  - Apariencia.
  - Tiempo de gelificación.
- **Predicciones:** los estudiantes estuvieron en la capacidad de plantear hipótesis y vincular la química del equilibrio químico con aplicaciones reales.

## 3. Resultados

La aplicación del Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP) para el estudio de las propiedades del slime se desarrolló en un contexto experimental y de trabajo en equipo, estructurado en tres dimensiones fundamentales: dimensión conceptual, dimensión experimental y dimensión aplicada.

### 3.1. Dimensión Conceptual (Bases teóricas)

Esta dimensión proporciona el marco teórico necesario para comprender los fenómenos químicos involucrados en la formación y modificación del slime, buscando establecer conexiones entre los conceptos abstractos y las observaciones experimentales.

En la tabla 1 se permite visualizar de manera clara y concisa los aspectos del entorno básico de la metodología que se cumplieron y el diseño implementado:

| Rúbrica sobre la dimensión conceptual de la metodología | Sí | No |
|---|---|---|
| Analiza la ecuación química de formación del slime y sus relaciones con la estequiometría. | X | |
| Establece relaciones entre los conceptos de estequiometría y las propiedades observables del slime. | X | |
| Comprende los conceptos de estequiometría y su influencia en la estructura polimérica. | X | |
| Relaciona la concentración de los reactivos y las propiedades del material resultante. | X | |

| | | |
|---|---|---|
| Explica los cambios observables basados en los conceptos de química. | X | |
| Diferencia entre las modificaciones físicas y química del material. | X | |
| La distribución de los estudiantes en el aula favoreció la colaboración entre compañeros y la facilitación del profesor. | | X |

Tabla 1.Rúbrica sobre la dimensión básica.

### 3.2. Dimensión Experimental (Proceso de indagación)

La dimensión experimental se centra en el desarrollo de habilidades prácticas y metodológicas propias del quehacer científico, donde a través del diseño y ejecución de prácticas de laboratorio, los estudiantes aplican el método científico.

| **Rúbrica sobre la dimensión experimental de la metodología** | **Sí** | **No** |
|---|---|---|
| Desarrolla habilidades en preparación de soluciones. | X | |
| Implementa procedimientos para la síntesis del slime. | X | |
| Aplica técnicas básicas de medición de propiedades para materiales. | X | |
| Implementa el curso de seguridad para la manipulación adecuada de reactivos. | X | |
| Desarrolla la capacidad de observaciones cualitativita y cuantitativa, así como el registro de datos | X | |
| Realiza análisis comparativo entre muestras con diferentes tratamientos. | X | |
| Identifica y controla variables experimentales. | X | |

Tabla 2. Rúbrica sobre la dimensión experimental.

### 3.3. Dimensión Aplicada (Transferencia del conocimiento)

Esta dimensión busca conectar los conocimientos adquiridos con aplicaciones prácticas, fomentando la creatividad, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico.

| **Rúbrica sobre la dimensión aplicada de la metodología** | **Sí** | **No** |
|---|---|---|
| Propone aplicaciones prácticas para el material modificado. | | X |
| Diseña experimentos para probar propiedades específicas | | X |
| Desarrolla el experimento en donde se demuestran conceptos químicos. | X | |
| Plantea soluciones a problemas contextualizados usando los conceptos adquiridos. | X | |
| Comunicación efectiva de resultados. | X | |

Tabla 3. Rúbrica sobre la dimensión aplicada.

### 3.4. Integración de Dimensiones y Modalidades de Entrega

El proyecto ¨La Química del Slime¨ integró tres dimensiones clave (conceptual, experimental y aplicada) mediante un enfoque práctico que combinó actividades de laboratorio con entregas creativas. Para fortalecer los resultados de aprendizaje, los estudiantes presentaron sus hallazgos a través de posters científicos, videos explicativos y reportes fotográficos, estrategias que potenciaron no solo el dominio conceptual, sino también las competencias transversales.

#### 3.4.1. Entregas Creativas como Herramientas de Aprendizaje

Las modalidades de entrega se diseñaron para:

- **Fomentar la creatividad:** los póster y videos permitieron a los estudiantes comunicar sus resultados de manera innovadora, utilizando infografías, esquemas y demostraciones práctica.
- **Mejorar la comunicación científica:** la elaboración de materiales audiovisuales y gráficos exigió claridad en la exposición de conceptos químicos y procedimientos experimentales.
- **Reforzar el trabajo en equipo:** la producción de videos y póster requirió colaboración en la distribución de roles (investigación, edición, diseño y presentación).
- **Desarrollar liderazgo:** algunos estudiantes asumieron roles de coordinación durante el desarrollo de las diferentes entregas.

### 3.5. Evidencias de la Integración de Dimensiones y Modalidades de Entrega

- **Póster científico:** incluyeron diagramas, datos y aplicaciones del slime, demostrando la capacidad de síntesis y diseño gráfico. En la figura 3. Se muestra una evidencia de la presentación de un poster y su comunicación efectiva.

*Figura 3.* Evidencia fotográfica de entregas creativas en modalidad poster como herramienta de aprendizaje para las prácticas 1 y 2. (Elaboración propia)

- **Videos explicativos:** los estudiantes mostraron el proceso experimental, aplicación en la ingeniería, destacando la reflexión crítica.
- **Reportes fotográficos:** los estudiantes documentaron las etapas clave del proyecto, desde la preparación de soluciones hasta las pruebas de propiedades. Y en la figura 4. se muestra una evidencia fotográfica de una de las prácticas de laboratorio, realizadas con los estudiantes de primer semestre de Ingeniería. Las imágenes muestran como los estudiantes trabajaron en equipo y como las predicciones se correlacionaron con la realidad.

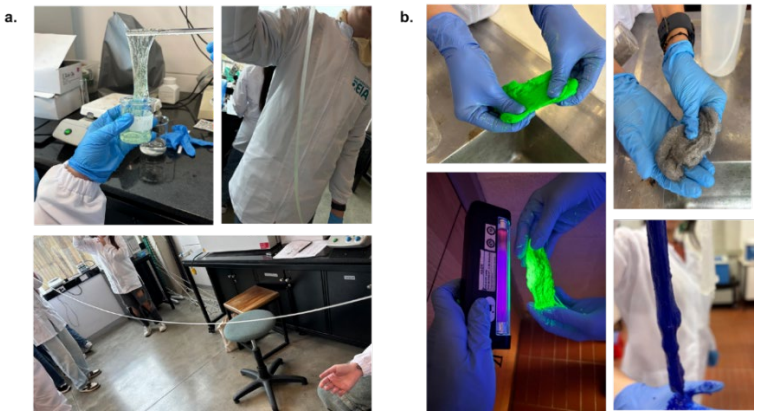


Figura 4. **a.** Evidencia fotográfica de la práctica de Estequiometría y Rendimiento con diferentes cantidades de PVA. **b.** Evidencia fotográfica de la práctica 2. Solución y Propiedad de Materiales con adición de componentes magnéticos y fluorescentes al slime.
(Elaboración propia).

## 4. Conclusiones

El proyecto ¨La Química del Slime¨ demostró ser una herramienta educativa para la enseñanza de conceptos fundamentales de química en estudiantes de primer semestre de ingeniería. A través de una metodología activa basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se logró integrar la teoría con la práctica, superando las limitaciones de los enfoques tradicionales. Los resultados evidenciaron que la síntesis y caracterización del slime no solo fortaleció la comprensión de temas como estequiometría, preparación de soluciones y pH, sino que también fomentó habilidades transversales como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la creatividad.

La implementación del proyecto en tres fases (estequiometría, soluciones y efecto del pH) permitió a los estudiantes explorar variables experimentales y correlacionarlas con las propiedades del material, lo que facilitó la transferencia del conocimiento a contextos reales. Además, la incorporación de componentes innovadores, como limaduras de hierro, colorantes fluorescentes y el medio ácido y básico en el slime, enriqueció el aprendizaje al vincular la química con aplicaciones interdisciplinarias en ciencia de materiales e ingeniería.

Las entregas creativas, como pósteres científicos y videos explicativos, destacaron la capacidad de los estudiantes para comunicar hallazgos de manera clara y efectiva, reforzando así competencias esenciales en su formación profesional. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora, como la necesidad de profundizar en la dimensión aplicada del conocimiento, donde los estudiantes mostraron menor dominio al proponer soluciones prácticas basadas en los conceptos adquiridos.
Por tanto, este proyecto no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también incrementó la motivación y el interés por la química, validando el potencial del slime como recurso pedagógico en la educación en la ingeniería.

## 5. Referencias


- (ACS), A. C. (2018). *Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Secondary Schools*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Araque Marín, P., & Mazo Lopera, M. A. (2015). Estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la nomenclatura inorgánica en estudiantes de primer semestre de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. (ACOFI, Ed.) *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*, 1-10.
- Bybee, R. W. (2013). What Are the Challenges for STEM Education. En R. W. Bybee, *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities* (págs. 1-11). NST.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2017). *Química (12a. ed)*. McGraw-Hill.
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning Through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education, 76*, 548-554. doi: https://doi.org/10.1021/ed076p548
- Hofstein, A. L. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 1-28. https://doi.org/10.1002/sce.10106
- Johnstone, A. H. (1991). Why is Science Difficult to Learn? Things Are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 75-83. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x

- Krajcik, J. S. (2014). Project-based learning. En *The Cambridge handbook of the learning sciences* (págs. 275–297). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.018
- Laboratories, N. T. (4 de enero de 2025). *he Learning Pyramid: Why Practice is Essential to Learning*. Recuperado el 11 de abril de 2025, de Education corner: https://www.educationcorner.com/the-learning-pyramid/
- Marín, M. (2021). El trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales: una experiencia con docentes en formación inicial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 163-182.
- Seery, M. K. (2017). Developing laboratory skills by incorporating peer-review and digital badges. *Chemistry Education Research and Practice*. doi: https://doi.org/10.1039/C7RP00003K
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 179-195. https://doi.org/10.1080/09500690903386435
- Thomas, J. W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. *Autodesk Foundation*, 1-46.


## Sobre los autores


- **Natalia A. Agudelo**. Química, Doctora en Ciencias Químicas de la Universidad de Antioquia. Profesora Asistente de la Universidad EIA. natalia.agudelo@eia.edu.co
- **Sandra Adela Torijano Gutiérrez**, Química egresada de la Universidad de Antioquia con maestría en Química Aplicada y Farmacológica y Doctora en Ciencias Químicas de la Universidad Jaume I de España. Profesora Asistente de la Universidad EIA. sandra.torijano@eia.edu.co.


---


Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2025 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)