

Propuesta didáctica integrada de Métodos Numéricos y Termodinámica Química

Castro, María Rosa ^a; Jacamo, Sonia ^a; Echegaray, Marcelo ^b; Correa, Raúl ^c

^a Departamento de Matemática. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan

^b Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan

^c Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan

rcorrea@inbio.unsj.edu.ar

Resumen

En este trabajo se describe una de las propuestas didácticas de integración entre las cátedras de Termodinámica Química y Métodos Numéricos para las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. Esta propuesta surge del diálogo y la articulación horizontal entre los equipos docentes de ambas asignaturas, facilitando a los estudiantes que cursan ambas materias en forma simultánea, un proceso de aprendizaje activo, logrando una construcción del conocimiento significativo, fomentando también el interés, la motivación y la actitud proactiva. Por otra parte, se busca combatir la “atomización de la enseñanza”, es decir, este peligroso fenómeno que consiste en la falta de dispositivos didácticos que articulen de manera adecuada el tránsito entre los diferentes momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje, generando desconciertos y obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de las ciencias. Los objetos de aprendizaje seleccionados son el cálculo de la temperatura adiabática de llama de diferentes combustibles utilizando el método iterativo de Newton Raphson desarrollando también, habilidades en el uso de herramientas computacionales. Entre los objetivos de esta propuesta, se busca generar innovaciones educativas sustentadas en la teoría que promuevan una mejora en los aprendizajes de los estudiantes y generar teoría a partir del análisis de los resultados de las implementaciones de la secuencia didáctica, que contribuyan a refinar los supuestos teóricos propuestos en primer lugar, iluminando mejor las complejas problemáticas sobre la enseñanza y el aprendizaje de la vida en las aulas.

Palabras clave: Secuencia didáctica. Temperatura adiabática de llama. Método de Newton Raphson.

INTRODUCCIÓN

En el contexto dinámico de la educación superior, la articulación e integración de contenidos entre distintas asignaturas representa un desafío y una oportunidad para enriquecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Este trabajo presenta una propuesta didáctica que fusiona los principios fundamentales de la Termodinámica Química con las técnicas avanzadas de Métodos Numéricos, dirigida especialmente a los estudiantes que cursan las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan.

La motivación detrás de esta iniciativa surge de la necesidad de ofrecer a los estudiantes una experiencia educativa integrada, superando la fragmentación tradicional de los contenidos académicos. Este enfoque no solo busca fortalecer la comprensión teórica, sino también fomentar habilidades prácticas clave, como el uso de herramientas computacionales para resolver problemas en el ámbito de la ingeniería [1].

Basados en la experiencia docente, podemos afirmar que los estudiantes tienen dificultades para analizar problemas, descomponerlos, traducirlos en algoritmos y códigos, buscar soluciones e interpretar resultados, mediante el uso de herramientas computacionales. Este escenario puede deberse a varias situaciones, en el cursado de las materias del ciclo básico, el estudiante todavía no posee las competencias y el conocimiento necesario para enfrentar problemas aplicados y donde conceptos, teoremas y demostraciones pueden quedar en un nivel de abstracción difícil de asimilar y aplicar [2]. En el ciclo disciplinar, en este caso, cuando cursan la asignatura Termodinámica Química, que corresponde al bloque de las Tecnologías Básicas para las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos, la conceptualización y aplicación de los saberes propios de la asignatura, ocupan un gran porcentaje de tiempo en las actividades presenciales y autónomas, quedando poca oportunidad para utilizar herramientas computacionales. Muchas veces esta

situación se puede dificultar aún más por no tener experiencias previas del uso de software matemático específico, colocando la herramienta en un segundo plano y no como un instrumento indispensable en su aprendizaje [3].

Para ambas carreras, en el cuarto semestre, se cursan simultáneamente las asignaturas Termodinámica Química y Métodos Numéricos, por lo que recién ahí, se los introduce en el uso de las herramientas y técnicas numéricas y en la programación científica, obviamente en un nivel básico dado las dificultades mencionadas previamente. Ante la situación de no conformarnos con la solución de ejercicios simplificados de libros, se evidenció la necesidad de transformar nuestras aulas en un laboratorio para la solución de situaciones problemáticas de aplicación en ingeniería, retos propuestos por la industria y por el proyecto de investigación que formamos parte, integrando la disciplina científica, el modelado termodinámico, los métodos numéricos y las herramientas computacionales, permitiendo así un aprendizaje más dinámico con un enfoque teórico-práctico [1].

El impacto potencial de esta propuesta se extiende más allá del aula, aspirando a sentar las bases para futuras innovaciones educativas en ingeniería. Se anticipa que los resultados de esta integración contribuirán no solo a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, sino también a enriquecer la teoría educativa al proporcionar aportes valiosos sobre la efectividad de estrategias pedagógicas integradoras [4].

En resumen, este trabajo pretende explorar y validar una metodología educativa que no solo promueve un aprendizaje significativo y contextualizado, sino que también sienta las bases para un cambio positivo en la enseñanza de la ingeniería, adaptándose a las demandas contemporáneas del sector y preparando a los futuros profesionales para enfrentar desafíos multidisciplinares con confianza y competencia [5].

OBJETIVOS

El principal objetivo desde la perspectiva del estudiante, es la capacidad de desarrollar un pensamiento lógico-algorítmico, con fundamentos en técnicas numéricas y uso de herramientas computacionales, para el modelado matemático y termodinámico de un problema de ingeniería, cómo es el cálculo de la temperatura adiabática de llama de

diferentes combustibles utilizando el método iterativo de Newton Raphson.

Desde la perspectiva del docente, uno de los objetivos es el poder explicar una serie de conceptos matemáticos y problemas de difícil abstracción en muchos casos, en un tiempo relativamente corto y con una mayor comprensión (aprendizaje significativo), apoyado en los lenguajes de programación como un recurso didáctico. Además, se busca combatir la atomización de la enseñanza, generar innovaciones educativas sustentadas en la teoría y evaluar el impacto de la propuesta en el rendimiento académico de los estudiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la investigación se ha basado en un enfoque cualitativo-cuantitativo, permitiendo tanto la recolección de datos objetivos como la interpretación de experiencias y percepciones de los estudiantes. El procedimiento consistió en la selección del objeto de aprendizaje, específicamente el cálculo de la temperatura adiabática de llama utilizando el método iterativo de Newton-Raphson. Se diseñaron las actividades y los materiales didácticos necesarios para la implementación de esta propuesta, involucrando el uso de Octave y Python como herramientas computacionales para resolver los problemas planteados. Los participantes de esta propuesta serán los estudiantes de las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos que cursan simultáneamente ambas asignaturas durante el cuarto semestre de cada plan de estudios. La muestra se seleccionará de manera no probabilística, abarcando voluntarios que deseen participar en la implementación de la propuesta. El procedimiento de enseñanza que se implementará consistirá en clases conjuntas entre las dos asignaturas, donde se presentarán los conceptos teóricos de Termodinámica Química seguidos de la aplicación y resolución con Métodos Numéricos. Los estudiantes trabajarán en equipos para fomentar el aprendizaje colaborativo y la discusión de ideas. Se utilizarán metodologías de enseñanza activa, como el aprendizaje basado en problemas [6]. Los instrumentos de evaluación que se utilizarán son las evaluaciones parciales y los exámenes finales para evaluar el rendimiento académico en ambas asignaturas. Además, se prevé el uso de cuestionarios de autoevaluación y encuestas de satisfacción para recoger las percepciones

de los estudiantes sobre la efectividad de la propuesta. Se realizarán registros de las observaciones directas y notas de campo por parte de los docentes para documentar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El análisis de los datos cuantitativos (calificaciones, resultados de encuestas) se analizarán utilizando técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales para determinar mejoras significativas en el rendimiento académico [7]. Los datos cualitativos (observaciones, comentarios de los estudiantes) se analizarán mediante codificación temática para identificar patrones y tendencias en las experiencias de los estudiantes. Se utilizarán múltiples fuentes de datos (evaluaciones, exámenes, encuestas, observaciones) para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados. La triangulación metodológica permitirá corroborar los hallazgos y minimizar posibles sesgos de los resultados.

RESULTADOS

Dado que la metodología propuesta aún no se ha implementado, los resultados que se esperan están organizados en categorías clave: rendimiento académico, habilidades prácticas, percepción de los estudiantes y contribuciones teóricas.

Se espera observar una mejora significativa en las calificaciones de los estudiantes en ambas asignaturas, en comparación con cohortes anteriores que no participaron en la propuesta integrada. También, se prevé que los estudiantes desarrollen competencias avanzadas en el uso de software matemático específico para resolver problemas de ingeniería.

Los estudiantes deberían demostrar comprensión práctica de la aplicación del método de Newton-Raphson en el cálculo de la temperatura adiabática de llama. Se anticipa un aumento en la motivación y la actitud proactiva de los alumnos hacia el aprendizaje de contenidos integrados. Los resultados del análisis de datos permitirían validar la hipótesis de que la integración de asignaturas mejora el aprendizaje y la comprensión de conceptos complejos. Los hallazgos que obtengamos, podrían contribuir al refinamiento de las teorías sobre la enseñanza y el aprendizaje en la ingeniería, proporcionando datos empíricos para futuras investigaciones.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La propuesta didáctica integrada de Termodinámica Química y Métodos Numéricos ha sido conceptualizada para proporcionar una experiencia educativa más coherente y enriquecedora para los estudiantes de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos. La integración de contenidos ha permitido abordar el problema de la atomización de la enseñanza, facilitando un tránsito más fluido entre conceptos teóricos y su aplicación práctica. Se espera que los resultados muestren una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes. La metodología de aprendizaje activo y contextualizado, apoyada por el uso de herramientas computacionales, debería reflejarse en mejores calificaciones y una mayor tasa de aprobación en ambas asignaturas. La percepción positiva y el aumento de la motivación entre los estudiantes también son resultados esperados importantes. La implementación de esta propuesta didáctica tiene el potencial de transformar la enseñanza en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, al proporcionar una experiencia de aprendizaje más cohesiva y significativa, sin embargo, su éxito dependerá de una implementación cuidadosa, evaluación continua y adaptación a las necesidades y recursos disponibles.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Cortés C. y Puga J. (2015). La Transversalidad como estrategia curricular en la formación del Estudiante Universitario. J. Peña, M. Moctezuma, (eds.). ©ECORFAN-México.
- [2] Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. McGraw-Hill Education.
- [3] Yin, R. K. (2021). *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE Publications.
- [4] Svinicki, M. D., & McKeachie, W. J. (2024). *McKeachie's Teaching Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers*.
- [5] Kolb, D. A. (2022). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.
- [6] Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93, 223-231.
- [7] Smith, K. A., Sheppard, S. D., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2023). Pedagogies of Engagement: Classroom-Based Practices. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 87-101.