

Retroalimentación automatizada con IA en física: Evaluación de percepciones y sostenibilidad educativa

Felipe Moncada Albarrán*

Resumen

Este trabajo presenta resultados preliminares de una investigación en curso sobre la implementación de un sistema de retroalimentación automatizada basado en IA para informes de laboratorio en física. El objetivo fue evaluar la percepción estudiantil y el impacto en la sostenibilidad docente ante tasas de reprobación críticas del 69% en Cálculo I y 63% en Física I (Dirección General de Docencia, 2024). La metodología utilizó un diseño mixto exploratorio con una muestra de 24 estudiantes de ingeniería y ciencias, empleando un chatbot para la revisión formal. La principal conclusión indica una alta satisfacción global ($M = 4.479$) y elevada intención de uso futuro ($M = 4.667$), sugiriendo que la IA, bajo supervisión docente escalonada, permite optimizar recursos sin comprometer la calidad pedagógica. Actualmente, el estudio avanza hacia la supervisión anónima de interacciones en la nube para el entrenamiento de modelos especializados.

Palabras clave: inteligencia artificial, enseñanza de la Física, evaluación de la educación, laboratorios.

Abstract

This work presents preliminary results of ongoing research on the implementation of an AI-based automated feedback system for physics laboratory reports. The objective was to evaluate student perception and the impact on teaching sustainability addressing critical failure rates of 69% in Calculus I and 63% in Physics I (Dirección General de Docencia, 2024). The methodology used an exploratory mixed-methods design with a sample of 24 engineering and science students, employing a chatbot for formal review. The main conclusion indicates high global satisfaction ($M = 4.479$) and high intention for future use ($M = 4.667$), suggesting that AI, under tiered faculty supervision, allows optimizing resources without compromising pedagogical quality. Currently, the study advances towards anonymous cloud-based supervision of interactions to train specialized models.

Keywords: artificial intelligence, Physics education, educational evaluation, laboratories.

1. Introducción

La retroalimentación constituye un pilar fundamental en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales, donde la capacidad de proporcionar orientación oportuna y precisa determina en gran medida el desarrollo de competencias analíticas (Hattie & Timperley, 2007). Sin embargo, en la educación universitaria, la provisión de esta retroalimentación enfrenta barreras estructurales significativas. En nuestra institución, esta dificultad se correlaciona con indicadores críticos: datos recientes de la Dirección General de Docencia (2024) revelan tasas de reprobación del 69% en Cálculo I y 63% en Física I, cifras que evidencian la urgencia de implementar estrategias de retención académica que sean operativamente sostenibles.

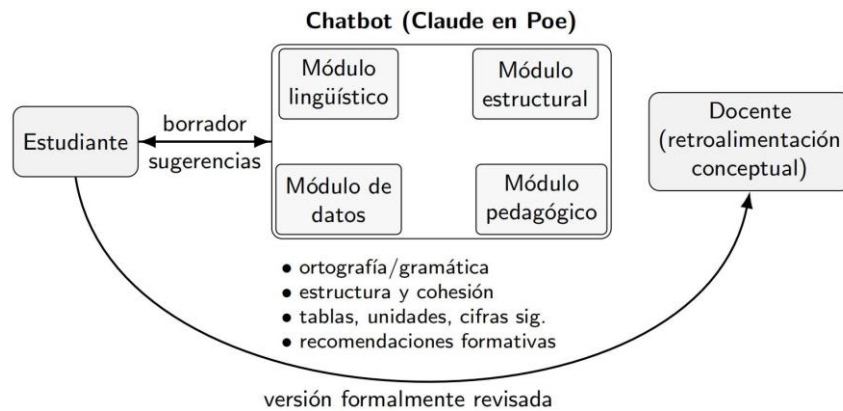
La complejidad inherente a la evaluación de informes de laboratorio radica en su naturaleza multidimensional. A diferencia de otras disciplinas, la comunicación científica en física exige simultáneamente precisión matemática, claridad conceptual, tratamiento riguroso de incertidumbres y rigor metodológico (Sadler, 1989). Deficiencias en cualquiera de estas dimensiones pueden oscurecer la comprensión de los fenómenos físicos subyacentes.

El advenimiento de la Inteligencia Artificial (IA) ofrece nuevas posibilidades para abordar estos desafíos (Labadze et al., 2023). La hipótesis central de este trabajo es que es posible alcanzar una "sostenibilidad pedagógica" mediante la automatización de la revisión de aspectos formales y estructurales. Al delegar estas tareas rutinarias a un sistema inteligente, se busca liberar al docente para que focalice su tiempo y experticia en la discusión disciplinar profunda, como el análisis de modelos físicos y la interpretación de resultados experimentales. Este estudio documenta el desarrollo y evaluación de un sistema diseñado específicamente para este fin.

2. Metodología

2.1. Diseño y Contexto: Se adoptó un diseño metodológico mixto exploratorio concurrente, desarrollado a través de un Proyecto de Innovación Docente (PID) adjudicado en agosto del 2024 y que culmina en marzo del 2026. La muestra (**N=24**) incluyó estudiantes de Ingeniería Civil en Obras Civiles, Geología y Química y Farmacia, bajo consentimiento informado.

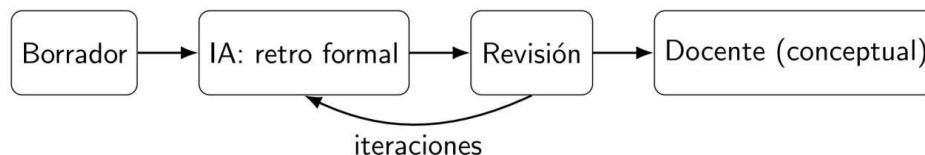
2.2. Arquitectura del Sistema: Para garantizar la pertinencia disciplinar, el sistema no se diseñó como una caja negra, sino como una arquitectura modular basada en el modelo Claude (vía Poe). Como se ilustra en la Figura 1, el sistema integra cuatro módulos de procesamiento que filtran el *input* del estudiante antes de generar una respuesta.

Figura 1*Arquitectura del Sistema de Retroalimentación Automatizada*

Esta arquitectura permite que el *Módulo de Datos* y el *Módulo Estructural* operen con criterios rígidos de validación científica, mientras que el *Módulo Pedagógico* adapta el tono de la respuesta. Esta estructura modular es crítica para asegurar que la retroalimentación técnica (unidades, cifras significativas) sea precisa, separándola de las sugerencias estilísticas.

2.3. Flujo Didáctico y Supervisión

La implementación sigue un flujo didáctico iterativo diseñado para modificar el rol docente, desplazándolo desde la corrección hacia la supervisión. La Figura 2 detalla este proceso de "supervisión escalonada".

Figura 2*Flujo Didáctico del Sistema de Retroalimentación*

El flujo establece que el estudiante debe interactuar obligatoriamente con la IA para subsanar errores formales y de estructura antes de la entrega final. Esto garantiza que el documento que llega al docente (etapa final del esquema) ya ha superado un filtro de calidad básica, permitiendo que la intervención humana se focalice exclusivamente en la validación de modelos físicos y la interpretación fenomenológica, minimizando el tiempo dedicado a correcciones rutinarias.

La intervención didáctica consistió en el uso de un asistente basado en el modelo Claude. La tarea solicitada a los estudiantes fue la carga obligatoria de sus borradores de informe en formato PDF al sistema antes de la entrega final. El chatbot procesó los documentos mediante system prompts pre-configurados para verificar estructura y unidades, entregando una tabla de cotejo. Actualmente, la investigación transita por una fase de supervisión de respuestas, donde las interacciones son monitoreadas de manera anónima a través de servidores en la nube. Esto permite auditar la calidad de la retroalimentación automatizada sin comprometer la identidad de los participantes, preparando el terreno para ajustes finos en el sistema.

2.4. Instrumentos

Se aplicó un cuestionario validado ($\alpha = 0.876$) adaptado de Venkatesh et al. (2003), evaluando calidad percibida, claridad comunicativa, pertinencia pedagógica e intención de uso futuro, complementado con preguntas abiertas.

3. Resultados

3.1. Percepciones Cuantitativas La recepción del sistema fue notablemente positiva (Satisfacción Global: 89.6%, $M = 4.479$). La dimensión "Intención de Uso Futuro" obtuvo el puntaje más alto ($M = 4.667$), validando la herramienta como un andamiaje para la autonomía académica.

3.2. Perspectivas Cualitativas y Experiencia de Usuario El análisis de las respuestas abiertas revela una recepción crítica pero favorable, donde los estudiantes valoran la inmediatez de la herramienta para aspectos formales, aunque identifican fricciones técnicas claras. Los participantes reportaron una "ceguera" del sistema ante elementos gráficos, señalando que el chatbot insiste en la ausencia de imágenes incluso cuando estas están presentes en el documento, limitando su utilidad para la revisión de gráficos experimentales. Asimismo, se detectó una percepción de rigidez excesiva en la validación matemática, donde el sistema tiende a solicitar confirmaciones cuantitativas en secciones cualitativas y carece de especificidad al señalar errores normativos en las referencias bibliográficas. A pesar de estas limitaciones, los estudiantes reconocen que la focalización del sistema en la estructura y redacción les permite refinar sus informes antes de la evaluación sumativa, transformando la revisión en una instancia formativa iterativa.

3.3. Transformación del Rol Docente La implementación del flujo descrito en la Figura 2 facilitó una redistribución efectiva del tiempo lectivo. Al delegar la revisión sintáctica a la IA, la interacción docente se reorientó hacia la discusión de la validez de los modelos experimentales y el análisis de errores, elevando el nivel del discurso pedagógico en el aula.

4. Discusión y/o Reflexión y/o Conclusiones

Los resultados sugieren que es posible operacionalizar principios de retroalimentación efectiva mediante sistemas automatizados sin comprometer el valor pedagógico, siempre que se mantenga la supervisión humana ilustrada en el diseño arquitectónico del sistema. La alta aceptación estudiantil respalda la integración de la IA no como un sustituto, sino como un mecanismo para focalizar la intervención docente en aspectos de alto nivel cognitivo.

Si bien este estudio no establece aún una equivalencia directa con la retroalimentación humana exclusiva, demuestra beneficios claros para la sostenibilidad educativa. Como proyección, el estudio contempla el análisis de las principales falencias de redacción detectadas en la base de datos acumulada en la nube, con el objetivo de entrenar modelos aún más especializados en la escritura científica de pregrado, cerrando el ciclo de mejora continua.

Referencias

- Dirección General de Docencia. (2024). *Informe de tasas de aprobación histórica y retención 2024*. Universidad Católica de Temuco.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: Systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(56).
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18(2), 119-144. <https://doi.org/10.1007/BF00117714>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>