

INTEGRACIÓN DE CHATBOTS DE IA Y APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: UN ESTUDIO DE CASO EN PROYECTOS SANITARIOS.

Amin Nazer, Universidad de La Serena, amin.nazerv@userena.cl

Rodrigo Olivares Pérez, Universidad de La Serena, rolivares@userena.cl

RESUMEN

Este estudio evalúa el impacto del uso de *chatbots* de inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje de normativas sanitarias combinada con la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABPj), en estudiantes de la Carrera de pregrado Ingeniería en Construcción de la Universidad de La Serena, Chile. La investigación incluyó una encuesta con escala Likert aplicada al 96% de los alumnos de la asignatura Proyectos Sanitarios, para medir sus percepciones sobre el uso del chatbot en comparación con métodos de aprendizaje tradicionales. Se utilizaron análisis de confiabilidad (alfa de Cronbach), correlacional, y regresión lineal múltiple. Los resultados sugieren que el uso de chatbot, combinado con la metodología ABPj, no solo mejora la comprensión de las normativas, sino que también reduce el tiempo de estudio, mejorando la calidad del diseño de los proyectos sanitarios desarrollados por los estudiantes destacando su potencial como herramienta educativa en programas de ingeniería.

PALABRAS CLAVE:

Chatbot de IA, metodología basada en proyectos, normativa de instalaciones sanitarias de alcantarillado, educación en ingeniería.

INTRODUCCIÓN

En la educación superior, particularmente en las carreras de ingeniería, es fundamental encontrar métodos efectivos que faciliten la comprensión y aplicación de normativas técnicas. En este contexto, el aprendizaje basado en proyectos (ABPj) se ha consolidado como una metodología efectiva, ya que permite a los estudiantes adquirir conocimientos y habilidades prácticas a través de la resolución de problemas reales. Sin embargo, la integración de tecnologías emergentes, como los chatbots de inteligencia artificial (IA), pueden potenciar aún más este enfoque. Un chatbot es una herramienta tecnológica avanzada que permite la interacción automatizada con los usuarios, ofreciendo respuestas precisas y asesoramiento en diversas áreas, basándose en información y documentos oficiales.

El ABPj en la educación es un enfoque centrado en el estudiante que enfatiza la resolución de problemas del mundo real y el desarrollo de habilidades a través del trabajo en proyectos. Incluye etapas como la preparación, la implementación y la evaluación, con el objetivo de mejorar las competencias y facilitar el aprendizaje (Aris et al. 2023). La integración de herramientas de modelado de proyectos, mejora la formulación de los proyectos, define los objetivos y proporciona una perspectiva global, lo que requiere instrucciones claras y un uso coherente para garantizar su eficacia (Alvis et al. 2023). Además, mejora el conocimiento, la toma de decisiones, el liderazgo y las habilidades proactivas a través de la colaboración, el autoaprendizaje y la resolución de problemas y, en última instancia, mejora la confianza, la creatividad, el pensamiento crítico y el conocimiento del contexto (Madeira & Teixeira, 2023). Al involucrar a los estudiantes en proyectos prácticos, el aprendizaje automático no solo mejora el rendimiento académico, sino que también tiene un impacto positivo en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje, como lo demuestra el aumento del interés, el desarrollo de

habilidades y la mejora de los resultados en diversas materias, como las matemáticas y la física. En general, el ABPj es un método educativo dinámico que permite a los estudiantes participar activamente en su proceso de aprendizaje y es muy aplicable en los entornos profesionales de ingeniería de pregrado, ya que dota a los estudiantes de las habilidades esenciales para la resolución de problemas del mundo real y la colaboración interdisciplinaria. La experiencia práctica adquirida a través del ABPj aumenta la confianza de los estudiantes en sus habilidades profesionales y de resolución de problemas, lo que lo convierte en un valioso enfoque pedagógico para la educación de pregrado en ingeniería (Davis & Caldwell, 2022; Ramdasi, 2022; Delacour et al., 2022).

Por otra parte, los chatbots, se están integrando cada vez más en los entornos de educación superior, lo que ofrece tanto beneficios como desafíos. Un chatbot es un programa de software diseñado para simular una conversación con usuarios humanos, ya sea a través de texto o de voz. Los chatbots utilizan técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) y aprendizaje automático para comprender y responder a las consultas de los usuarios de manera coherente y relevante. Pueden ser simples, respondiendo a preguntas predefinidas con respuestas específicas, o avanzados, utilizando inteligencia artificial para aprender y mejorar con el tiempo.

Las investigaciones destacan que los chatbots pueden ayudar a los estudiantes a completar sus tareas y actividades académicas (Putra et al., 2023; Schönberger et al., 2023), proporcionar comentarios personalizados, apoyar la investigación y automatizar las tareas administrativas (Rezaev & Tregubova, 2023). El uso de chatbots en la educación en ingeniería se ha explorado desde diversas perspectivas. Bravo & Cruz-Bohorquez (2024), destaca su potencial para facilitar la adquisición de conocimientos, aumentar la motivación y respaldar el aprendizaje autodirigido. Hernández & Llull (2021) definen un proceso de ingeniería para el desarrollo de chatbots, haciendo hincapié en el uso de buenas prácticas. Gordon et al. (2023) analizan las características y el potencial de ChatGPT, una aplicación específica de chatbot. Chan et al. (2023) profundizan en el papel de los chatbots basados en IA en la educación en ingeniería, centrándose en su integración en el currículo y su impacto potencial en el proceso de aprendizaje. En conjunto, estos estudios resaltan la importancia del uso de los chatbots en la educación en ingeniería, tanto desde una perspectiva pedagógica como tecnológica.

El uso de chatbots en proyectos de agua y alcantarillado ha sido explorado en diversos estudios. Salcedo et al. (2020) implementaron un chatbot para la comunicación con los clientes en el sistema de agua y alcantarillado, destacando sus beneficios en ahorro de costos y satisfacción del cliente. Además, Gomes et al. (2020) desarrollaron chatbots para la comunicación en proyectos de investigación, con resultados positivos en cuanto a satisfacción y aceptación por parte de los usuarios. Estos asistentes virtuales pueden ser una herramienta valiosa para mejorar la atención al cliente y optimizar la gestión de los servicios de agua y alcantarillado.

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad del chatbot POE (Platform for Open Exploration), desarrollado por la empresa QUORA, como herramienta de apoyo en el aprendizaje y aplicación de normativas técnicas sobre sistemas de agua potable y alcantarillado domiciliario en un entorno de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) para estudiantes de ingeniería. En particular, se investigó el impacto del uso de este chatbot en el aprendizaje de normativas sanitarias por parte de estudiantes de pregrado de Ingeniería en Construcción de la Universidad de La Serena, Chile. La investigación buscó determinar si la combinación de ABPj con el chatbot, creado específicamente para apoyar a los estudiantes en el aprendizaje y desarrollo de proyectos sanitarios de la asignatura, podría mejorar la comprensión de las normativas y reducir el tiempo necesario para estudiarlas y aplicarlas en sus proyectos.

DESARROLLO

Para evaluar el impacto del uso de chatbots de inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje de normativas sanitarias, utilizando una metodología ABPj, se trabajó con una investigación tipo cuantitativa, correlacional, descriptiva y seccional.

La muestra estuvo conformada por 24 estudiantes de pregrado con un universo total de 25 participantes del curso Proyectos Sanitarios, seleccionados mediante un muestreo por conveniencia no probabilístico. Los estudiantes participaron voluntariamente y completaron una encuesta al finalizar el uso del chatbot. Como instrumento de recolección de datos, se utilizó una encuesta con escala Likert de 5 puntos, que incluyó preguntas sobre la percepción del uso de un chatbot público y de fácil acceso que se creó para facilitar la comprensión de normativas sanitarias. En Tabla N° 1, se muestran las preguntas de la encuesta.

Tabla N° 2. Preguntas de la encuesta.

NÚMERO	PREGUNTAS
Q1	El uso del chatbot SEWAGE-ULS me ayudó a reconocer los distintos elementos que forman parte de un sistema de alcantarillado de baño público y domiciliario.
Q2	Gracias al chatbot, pude entender mejor la normativa RIDAA aplicada a los proyectos sanitarios.
Q3	El chatbot facilitó la resolución de dudas normativas durante el desarrollo del proyecto.
Q4	La herramienta fue útil para consultar aspectos específicos de la normativa sin necesidad de buscar en documentos extensos.
Q5	El uso del chatbot me permitió verificar el cumplimiento de la normativa vigente en mis proyectos de manera más eficiente.
Q6	La experiencia con el chatbot mejoró mi comprensión de los requisitos normativos para sistemas de alcantarillado.
Q7	La metodología basada en proyectos me ayudó a aplicar los conocimientos adquiridos en clases para diseñar sistemas de alcantarillado.
Q8	Trabajar en proyectos reales mejoró mi capacidad para tomar decisiones prácticas e innovadoras en obras sanitarias.
Q9	La combinación del chatbot y la metodología basada en proyectos fue valiosa para mi aprendizaje en ingeniería en construcción.
Q10	Por último, ¿incorporaría la inteligencia artificial basada en chatbots como fuente de información en otras asignaturas de la carrera?
Q11	En comparación con el estudio tradicional de normativas sin el uso de un chatbot de Inteligencia Artificial (IA), ¿el uso de un chatbot de IA le permitió reducir el tiempo requerido para estudiar y comprender la normativa?
Q12	Por último, ¿incorporaría la inteligencia artificial basada en chatbots como fuente de información en otras asignaturas de la carrera?

El procedimiento consistió en crear e implementar el chatbot denominado SEWAGE-ULS, en la plataforma POE, diseñado para responder preguntas y proporcionar información sobre normativas sanitarias relacionadas con sistemas de alcantarillado domiciliario y particular. El chatbot se alimentó con 10 archivos relevantes sobre normativa de proyectos sanitarios en Chile, tales como el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Alcantarillado y Agua Potable

(RIDAA), decretos, resoluciones de alcantarillado particular y reutilización de aguas grises, entre otros. La validación del chatbot se llevó a cabo mediante su uso por parte de profesionales del área, seguido de la retroalimentación y ajuste de las instrucciones (*prompts*).

Posteriormente, los estudiantes utilizaron el chatbot como apoyo a la metodología ABPj, desarrollando 4 proyectos sanitarios reales, dos de ellos de alcantarillado y dos de agua potable, verificando que los proyectos de instalaciones existentes cumplieran con la normativa vigente con apoyo del chatbot SEWAGE-ULS.

El usuario ingresa a la plataforma POE a través de su cuenta de correo electrónico y se registra, luego puede acceder al chatbot [SEWAGE-ULS](#), e interactuar con este haciendo consultas, pidiendo apoyo técnico, solicitudes de generación de tablas, comparación de normativas, subir archivos y hacer consultas. Los temas que puede cubrir el chatbot, se muestran en la Tabla N°2 y en la Fig.1., se muestra el formato en entrada al chatbot.

Tabla N°2. Temas y Detalles que cubre SEWAGE-ULS

TEMAS A CUBRIR	DETALLES
Reutilización de Aguas Grises: Normativas y procedimientos para la aprobación de proyectos por parte de la Autoridad Sanitaria. Obligaciones de las concesionarias de servicios sanitarios conforme a los artículos 8 y 18 del decreto supremo N° 50, de 2002, del Ministerio de Obras Públicas.	Reutilización de Aguas Grises: Normativa para el diseño y cálculo de redes interiores de agua potable. Basado en la Norma Chilena NCh2485.Of2000, que establece los métodos básicos para el cálculo y diseño de estas instalaciones en todo el territorio nacional.
Instalaciones Domiciliarias: Requisitos para la presentación de proyectos de instalaciones domiciliarias, incluyendo la necesidad de soluciones técnicas para evitar el anegamiento de viviendas con pisos bajo la cota de solera.	Instalaciones Domiciliarias: Procedimientos para la reutilización de aguas grises. Incluye la normativa sobre la aprobación del proyecto por parte de la Autoridad Sanitaria y las disposiciones del Decreto Supremo N° 50, de 2002, del Ministerio de Obras Públicas.
Instalaciones Domiciliarias: Información adicional requerida cuando se cuenta con una fuente propia de agua potable.	Instalaciones Domiciliarias: Requisitos para la autorización sanitaria de funcionamiento de sistemas de aguas grises. Registro de capacitación, evaluación y presentación a la Autoridad Sanitaria. Debe contener nombre completo y RUN de las personas capacitadas, temario de la capacitación, lista de asistencia y sistema de evaluación.

TEMAS A CUBRIR	DETALLES
<p>Proyectos de Agua Potable: Información técnica necesaria para el diseño de proyectos, como el número estimado de usuarios, dotaciones consideradas y materiales utilizados.</p>	<p>Proyectos de Agua Potable: Datos necesarios para proyectos de alcantarillado y agua potable. Tipo y destino de la obra, número de edificaciones, número de pisos, consumos estimados de agua potable en m³/día, caudal de aguas servidas (UEH) y volumen máximo de descarga (m³/mes), entre otros.</p>
<p>Proyectos de Agua Potable: Descripción general y capacidad de sistemas particulares de abastecimiento de agua potable o disposición de aguas servidas en m³/día.</p>	<p>Proyectos de Agua Potable: Caracterización físico-química del suelo receptor de lodo. Incluye pH, conductividad eléctrica, clase textural del suelo, contenido de humedad (expresado como porcentaje), técnica de incorporación del lodo al suelo, frecuencia y época de aplicación, tasa de aplicación, etc.</p>
<p>Certificado de Factibilidad: Información que deben entregar los prestadores en el Certificado de Factibilidad, como la ubicación, el diámetro y el material de la tubería de alcantarillado y la distancia entre el límite de la propiedad y la instalación domiciliaria.</p>	<p>Certificado de Factibilidad: Información sobre la ubicación, profundidad, diámetro y material de tuberías de alcantarillado. Detalles relacionados con el proceso de instalación y mantenimiento de las redes de alcantarillado, incluyendo normativa específica sobre estos aspectos.</p>
<p>Conexiones y Arranques: Definición y normativas relacionadas con la conexión de agua potable y el arranque interior de agua potable.</p>	<p>Conexiones y Arranques: Normativa para el diseño y cálculo de redes interiores de agua potable. Basado en la Norma Chilena NCh2485.Of2000, que establece los métodos básicos para el cálculo y diseño de estas instalaciones en todo el territorio nacional.</p>



Figura N°1. Bienvenida del chatbot SEWAGE-ULS.

Después de finalizar los proyectos, los estudiantes completaron una encuesta Likert, proporcionando sus percepciones sobre el uso del chatbot.

Para el análisis de datos, se determinaron resultados a través de los siguientes estadígrafos: la media, para evaluar el promedio de las respuestas sobre la utilidad del chatbot, la mediana, para determinar el valor central de las respuestas, la moda, para identificar la respuesta más frecuente, la Desviación Estándar, para medir la variabilidad de las respuestas, y los porcentajes para ver la proporción de respuestas positivas en comparación con el estudio tradicional.

Por otra parte, se calculó el coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach para evaluar la consistencia interna de la escala Likert. Además, se realizó la correlación de Pearson la cual mide la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables. Los valores de correlación pueden variar entre -1 y 1, donde, 1 indica una correlación positiva perfecta, -1 indica una correlación negativa perfecta y 0 indica que no hay correlación lineal.

RESULTADOS

Los resultados de la encuesta mostraron un coeficiente alfa de Cronbach para la escala de Likert de 0,869, lo cual indica una alta consistencia interna de las respuestas.

En la Tabla 3, se presentan los resultados obtenidos para las siguientes preguntas:

1. "El uso del chatbot POE me ayudó a reconocer los distintos elementos que forman parte de un sistema de alcantarillado de baño público y domiciliario" (Q5).
2. "Gracias al chatbot, pude entender mejor la normativa RIDAA aplicada a los proyectos sanitarios" (Q2).

3. "En comparación con el estudio tradicional de normativas sin el uso de un chatbot de Inteligencia Artificial (IA), ¿el uso de un chatbot de IA le permitió reducir el tiempo requerido para estudiar y comprender la normativa?" (Respuestas SI/NO), (Q11).

Tabla 3. Estadígrafos obtenidos.

Pregunta	Media	Mediana	Moda	Desviación Estándar	Porcentaje de Respuestas "Sí"	Porcentaje de Respuestas "No"
Q5	4,0	4,0	4	0,93	–	–
Q2	4,42	5,0	5	0,72	–	–
Q11	–	–	–	–	58,33%	37,50%

De los resultados mostrados en la Tabla 3, se destacan los siguientes aspectos:

1. Reconocimiento de Elementos del Sistema de Alcantarillado:
 La mayoría de los estudiantes encontró útil el chatbot POE para reconocer los elementos del sistema, con una media y mediana de 4, y una moda de 4, lo que indica que la respuesta más común fue positiva.
2. Comprensión de la Normativa RIDAA:
 Los estudiantes también percibieron una mejora en la comprensión de la normativa RIDAA, con una media de 4,42 y una mediana de 5, lo que sugiere que muchos estudiantes calificaron su experiencia como muy positiva.
3. Reducción del Tiempo de Estudio:
 Un 58,33% de los estudiantes consideró que el uso del chatbot redujo el tiempo necesario para estudiar y comprender la normativa, lo que indica un impacto positivo en la eficiencia del aprendizaje

En la Tabla 4, se presenta la matriz de correlación de Pearson entre dos preguntas evaluadas. La correlación (0,260), indica que existe una correlación positiva débil entre estas dos variables. Esto sugiere que los estudiantes que encontraron útil el chatbot para reconocer elementos del sistema también tendieron a entender mejor la normativa RIDAA, aunque esta relación no es muy fuerte. La correlación (0,260) sugiere que los estudiantes que encontraron útil el chatbot para reconocer elementos del sistema también tendieron a entender mejor la normativa RIDAA, aunque esta relación no es muy fuerte. Por otra parte, la correlación (0,555) sugiere que existe una correlación positiva moderada entre estas dos variables. Esto indica que los estudiantes que encontraron útil el chatbot para reconocer elementos del sistema también encontraron que el chatbot facilitó la resolución de dudas normativas. Además, la correlación (0,266) muestra que existe una correlación positiva débil entre estas dos variables. Esto sugiere que los estudiantes que entendieron mejor la normativa RIDAA gracias al chatbot también encontraron útil el chatbot para resolver dudas normativas, aunque esta relación no es muy fuerte.

Tabla 4. Correlación de Pearson entre preguntas.

Pregunta	Q2	Q3
Q5	1,000	0,260
Q2	0,260	1,000
Q3	0,555	0,266

CONCLUSIONES

En el contexto de esta investigación sobre el uso de chatbots de IA para el aprendizaje y aplicación de normativas en proyectos sanitarios de ingeniería, los resultados indican lo siguiente:

1. Alta Consistencia Interna: La alta consistencia interna de las respuestas ($\alpha = 0,869$) confirma que la escala de Likert utilizada es fiable y que las percepciones recogidas son coherentes y válidas para este estudio.
2. Impacto Significativo en la Comprensión de la Normativa: La variable "Comprensión de la normativa RIDAA mediante el chatbot" mostró ser un predictor significativo de la percepción general de la utilidad del chatbot. Esto indica que la efectividad del chatbot en ayudar a los estudiantes a entender la normativa es un factor clave para su aceptación.
3. Aunque las correlaciones no son muy fuertes, la correlación moderada entre la ayuda para reconocer elementos del sistema y la resolución de dudas normativas sugiere que el chatbot SEWAGE-ULS puede ser particularmente útil en estas áreas interrelacionadas.

Finalmente, el estudio confirma la efectividad del uso de chatbots de IA en el aprendizaje de normativas sanitarias en ingeniería, destacando la importancia de la comprensión de normativas específicas como un factor clave en la percepción positiva de la herramienta. Los futuros aportes a la mejora se centran en optimizar el contenido del chatbot, proporcionar capacitación y soporte, incorporar feedback continuo, ampliar funcionalidades y evaluar el impacto a largo plazo. Estas acciones asegurarán que el uso de chatbots de IA continúe evolucionando y mejorando, beneficiando significativamente el proceso educativo de los estudiantes de ingeniería.

REFERENCIAS

Alvis, S., et al. (2023). Project modelling toolbox in higher education: hexagonal canvas in project based learning. *Sabiedri̇ba, integṙacija, izgl̇iṫiba*.

Aris, D., et al. (2023). Pelatihan Project Based Learning Tentang "Stek Tanaman" di SMAS Attohiriyah Bodak untuk Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Magister Pendidikan IPA Universitas Mataram. *Unram Journal of Community Service*.

Bravo, F. A., & Cruz-Bohorquez, J. M. (2024). Engineering Education in the Age of AI: Analysis of the Impact of Chatbots on Learning in Engineering. *Education Sciences*, 14(5), 484.

Chan, M.M., Amado-Salvatierra, H.R., Hernández, R., & Roca, M.D. (2023). The potential role of AI-based Chatbots in Engineering Education. Experiences from a teaching perspective. 2023 *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-5

Davis, L. M., & Caldwell, B. S. (2022). Utilizing transdisciplinary project-based learning in undergraduate engineering education. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 28, 629-637.

Delacour, J., et al. (2022). Project based learning for mathematics in general engineering curriculum. *Conference*.

Gomes, B., et al. (2020). ÁGATA: um chatbot para difusão de práticas para Educação Ambiental. In *Anais Estendidos do XXVI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web* (pp. 85-89). Porto Alegre: SBC.

Gordon Graell, R. D., et al. (2023). Desarrollo de chatbots con la aplicación ChatGPT: una revisión bibliográfica. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 12(2), 168–184.

Hernández Pérez, M., & Llull Céspedes, L. A. (2021). Definición de un proceso ingenieril para el desarrollo de un chatbot a partir de buenas prácticas establecidas. *Revista cubana de transformación digital*, 2(3).

Madeira , F. F. B., & Teixeira , G. A. P. B. (2023). Project-based learning – A significant learning at Júlia Kubitschek state college. *Seven Editora*.

Putra, F. W., et al. (2023). ChatGPT in the higher education environment: perspectives from the theory of high order thinking skills. *Journal of Public Health*.

Ramdasi, D. (2022). Project-Based Learning Technique for Holistic Development of Students. *Journal of Engineering Education Transformations*.

Rezaev, A. V., & Tregubova, N. D. (2023). ChatGPT and AI in the Universities: An Introduction to the Near Future. *Vysšee obrazovanie v Rossii*.

Salcedo Huarcaya, M. A., et al. (2020). Implementación de un chatbot para la comunicación con los clientes del sistema de agua y/o alcantarillado administrado por la empresa SEDAPAL S.A. *TAYACAJA*, 3(1).

Schönberger, M., et al. (2023). ChatGPT in Higher Education: The Good, The Bad, and The University. *HEAD23*.