



CHATBOTS RAG COMO APLICACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO EN INGENIERÍA

Eric Forcael, Universidad San Sebastián, eric.forcael@uss.cl

Felipe Baesler, Universidad San Sebastián, felipe.baesler@uss.cl

Aída Fernández, Universidad Central de Chile, aida.fernandez@ucentral.cl

Pablo Coelho, Universidad San Sebastián, pablo.coelho@uss.cl

RESUMEN

El presente trabajo propone una intervención educativa orientada al aprendizaje activo en la formación de ingenieros, basada en la construcción de chatbots temáticos mediante la técnica de Retrieval-Augmented Generation (RAG) en su modalidad pura. A diferencia del uso pasivo de modelos generativos generalistas, el enfoque planteado se centra en que los estudiantes desarrollen un corpus curado y validado por ellos mismos, de manera que el chatbot responda exclusivamente en función de ese material. La propuesta metodológica incluye un kit educativo compuesto por un notebook en Google Colab, guías pedagógicas y plantillas de trabajo, lo que permite a los estudiantes implementar el sistema sin requerir conocimientos avanzados en programación. La experiencia se organiza en cinco fases: introducción, construcción del corpus, implementación técnica, validación iterativa y presentación final. Se espera que esta intervención favorezca la comprensión profunda de contenidos disciplinares, la capacidad de síntesis y redacción técnica, y la apropiación crítica de herramientas de inteligencia artificial. Asimismo, se plantea como una metodología replicable y escalable en distintas asignaturas de ingeniería.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial, Retrieval-Augmented Generation (RAG), Aprendizaje Activo, Educación en Ingeniería.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de modelos de lenguaje generativo (LLMs) como ChatGPT ha abierto nuevas posibilidades para la educación en ingeniería, especialmente en lo que respecta al acceso a información técnica y la automatización de respuestas a preguntas frecuentes. Sin embargo, el uso pasivo de estos modelos, sin control sobre las fuentes de información utilizadas, presenta riesgos pedagógicos: respuestas erróneas, falta de trazabilidad y dificultad para integrar los modelos a objetivos de aprendizaje específicos.

En este contexto, el presente trabajo propone una intervención educativa basada en Retrieval-Augmented Generation (RAG), una arquitectura que permite que el modelo de lenguaje responda exclusivamente a partir de un corpus personalizado. En lugar de utilizar el modelo como una fuente general de conocimiento, se utiliza como herramienta conversacional especializada sobre un conjunto de documentos previamente preparados y curados por los propios estudiantes.

La intervención se diseñó con fines pedagógicos, no tecnológicos: los estudiantes no requieren experiencia en inteligencia artificial, ya que trabajan con un kit educativo preconfigurado. El enfoque se centra en el aprendizaje activo, donde el desarrollo de un chatbot especializado



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025

PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA: LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL

Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

permite a los alumnos profundizar en los contenidos del curso mediante la búsqueda, síntesis, redacción y validación de fragmentos de conocimiento.

Este paper describe el diseño de la intervención, las fases del proyecto, los criterios de construcción del corpus y el rol de la validación como mecanismo formativo. Se discuten también las implicancias didácticas del enfoque RAG puro y su potencial como herramienta replicable en distintos contextos educativos de ingeniería.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Enfoque tecnológico en la educación en ingeniería

Desde que la ingeniería se formalizó en el siglo XVII, se han desarrollado diversos métodos para mejorar su enseñanza. En este sentido, la educación en ingeniería abarca distintos estilos de enseñanza y aprendizaje que reconocen la diversidad de formas en que los estudiantes adquieren conocimientos. Este enfoque —fuertemente influido por el paradigma positivista, en el que el docente ocupa un rol predominante y se concede menor espacio a la autoconstrucción del conocimiento por parte del estudiante (Forcael et al., 2018)— incluye modalidades como el aprendizaje visual y auditivo, reflexivo y activo, el razonamiento lógico e intuitivo, la memorización y la visualización, el uso de analogías y la construcción de modelos matemáticos (Felder & Silverman, 1988). Asimismo, la enseñanza se concreta mediante la interacción entre las herramientas instruccionales y el esfuerzo del alumnado por adquirir conocimientos, principios o habilidades (Hohn, 1995), siendo la tecnología un componente central.

Desde una perspectiva tecnológica, las TICs (tecnologías de la información y la comunicación) más recientes se han convertido en un elemento esencial de la enseñanza universitaria, al atender las diversas motivaciones y competencias académicas de los estudiantes. Si bien las TICs no sustituyen al docente, funcionan como un recurso poderoso que aporta nuevas plataformas y capacidades para registrar, almacenar y difundir conocimientos. Con ello, se posibilita el desarrollo de nuevos contenidos, metodologías de estudio y sistemas de evaluación. En consecuencia, han surgido iniciativas innovadoras, y en los últimos años los formadores en ingeniería han asumido el desafío de transformar la enseñanza de la disciplina mediante la incorporación de herramientas y técnicas tecnológicas orientadas a potenciar de manera significativa el proceso de enseñanza-aprendizaje (Forcael et al., 2019).

Por otra parte, de acuerdo con marcos regulatorios de referencia internacional, como ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) y CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate), la formación tecnológica cumple un papel fundamental. ABET (2023) establece que la educación en ingeniería debe integrar sistemas de gestión en diversos entornos tecnológicos, incluyendo los basados en computación. CDIO, en tanto, destaca entre sus objetivos centrales la comprensión de la importancia y el impacto estratégico del desarrollo tecnológico en la sociedad (Crawley et al., 2014). Desde una perspectiva institucional, diversas organizaciones encargadas de orientar las políticas educativas han subrayado reiteradamente la relevancia de la tecnología en contextos educativos (McCarthy et al., 2023).



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025 PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA: LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Actualmente, la ingeniería se encuentra inmersa en un proceso de acelerados avances tecnológicos que exigen la actualización de los programas académicos y de las competencias que se transmiten a los estudiantes. En el siglo XXI, el bienestar social depende en gran medida del acceso a la tecnología, donde los ingenieros cumplen un rol de mentores. Como resultado, los modelos educativos deben ampliar su alcance hacia conceptos como la “Educación en Ingeniería para la Industria 4.0” o “Educación 4.0”, impulsados por el uso de un conjunto de tecnologías innovadoras interconectadas como la inteligencia artificial, la robótica, la manufactura aditiva, la computación en la nube y el big data (Forcael et al., 2023).

En consecuencia, la cuarta revolución industrial demanda el diseño de nuevos programas de ingeniería que preparen a los estudiantes para comprender los requerimientos de soluciones tecnológicas en diversos contextos (Hadgraft & Kolmos, 2020). En este marco, los habilitadores de la Educación 4.0 deben considerar las tecnologías emergentes, las nuevas metodologías de aprendizaje y las dinámicas sociales actuales, con el fin de garantizar implementaciones adecuadas en ambientes educativos pertinentes que preparen a los estudiantes para escenarios futuros (Miranda et al., 2021). En otras palabras, la Educación 4.0 contribuirá a proveer la fuerza laboral especializada que requerirá la Industria 4.0 (Jamwal et al., 2021), donde la Inteligencia Artificial y todas sus herramientas asociadas, como los chatbots construidos a partir de la IA generativa, jugarán un rol preponderante.

2.2. Transformaciones didácticas a partir del uso de Chatbots

Diversas revisiones sistemáticas han evidenciado el crecimiento sostenido de la inteligencia artificial en educación superior, especialmente en aplicaciones orientadas a la personalización del aprendizaje, la predicción del rendimiento académico y la automatización de tareas docentes. En particular, Crompton & Burke (2023) analizaron 138 estudios y destacaron que la adopción de IA en contextos universitarios ha evolucionado desde usos administrativos hacia enfoques pedagógicos más centrados en el estudiante.

Autores como Huang et al. (2025) destacan que los chatbots pueden mejorar la motivación, el interés y la participación estudiantil, al ofrecer entornos de interacción personalizados, accesibles y libres de juicio, que favorecen el aprendizaje activo. Estos beneficios se potencian cuando los chatbots se integran en diseños instruccionales que promueven la autorregulación, la reflexión crítica y la colaboración entre pares, consolidando su valor como recurso pedagógico en la formación profesional. En la misma línea, Jusoh y Abdul Kadir (2025) señalan que los chatbots permiten automatizar tareas repetitivas, personalizar la experiencia de aprendizaje y aumentar la participación, especialmente en entornos virtuales y asincrónicos. Por su parte, McGrath et al. (2024) concluyen que los chatbots generativos están asociados a mejoras en la comprensión conceptual y la participación en tareas complejas, aunque advierten que su efectividad depende del diseño pedagógico y del contexto disciplinar.

Por otra parte, Sevillano-Vega et al. (2024) evidencian que los chatbots integrados en plataformas de e-learning potencian la autonomía, la autorregulación y la eficiencia educativa, especialmente cuando se combinan con metodologías activas.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

En el marco de una didáctica innovadora, se evidencia a través de estos estudios el potencial de los chatbots educativos como agentes facilitadores del aprendizaje activo; Chang et al. (2023) proponen tres principios clave para su integración en el aula, basados en el modelo de aprendizaje autorregulado de Zimmerman: el establecimiento de metas, la retroalimentación y autoevaluación, y la personalización del contenido. Estos principios permiten que el chatbot actúe como mentor, tutor o asistente cognitivo, promoviendo el desarrollo de habilidades metacognitivas y socioemocionales. Complementariamente, Jusoh & Abdul Kadir (2025), en una revisión sistemática de 116 estudios, evidencian que los chatbots contribuyen a personalizar la experiencia de aprendizaje, automatizar tareas repetitivas y aumentar la participación estudiantil, al ofrecer interacción en lenguaje natural y retroalimentación inmediata. Por su parte, McGrath et al. (2024) analizan 23 estudios empíricos sobre chatbots generativos en educación superior, concluyendo que su uso está asociado a mejoras en la comprensión conceptual, la reflexión crítica y la participación en tareas complejas. No obstante, advierten que el impacto depende del diseño pedagógico y del contexto disciplinar, y que aún es necesario consolidar marcos teóricos comunes para su implementación efectiva en la formación profesional.

Un meta-análisis de Wu et al. (2024), demuestra la efectividad en contextos donde los Chatbots se integran como complemento al aprendizaje autónomo, en lugar de reemplazar la interacción docente y, mejora la retención de contenidos, reduciendo la ansiedad académica, lo que favorece la participación activa y la persistencia en el estudio. En tal sentido, Chang et al. (2023) proponen tres principios clave para integrar chatbots en el aula, basados en el marco de aprendizaje autorregulado de Zimmerman: a) Establecimiento de metas (goal setting): enseñar a los estudiantes a formular preguntas efectivas (prompts). b) Retroalimentación y autoevaluación: usar el chatbot para revisar borradores, resolver dudas y reflexionar sobre el progreso y c) Personalización: adaptar las respuestas del chatbot al nivel y estilo de aprendizaje del estudiante. Estos principios permiten que el chatbot actúe como mentor, tutor o asistente cognitivo, facilitando el desarrollo de habilidades metacognitivas y socioemocionales.

Finalmente, Rahman et al. (2025), desde el modelo de aceptación tecnológica (TAM), confirman que la percepción de utilidad, facilidad de uso y competencia tecnológica son factores clave para la adopción efectiva de chatbots en educación superior, lo que refuerza su potencial como herramienta formativa en contextos profesionales.

2.3. El uso de IAs en la formación en ingeniería

El uso de inteligencia artificial en educación superior ha experimentado un notable crecimiento en la última década, con especial énfasis en tutores inteligentes, analíticas de aprendizaje y sistemas de apoyo automatizado. Una revisión sistemática de Zawacki-Richter et al. (2019) mostró que, si bien existen múltiples experiencias, aún persisten desafíos respecto a la escalabilidad y, sobre todo, a la integración pedagógica significativa de estas tecnologías. En este contexto, los chatbots educativos han emergido como una de las aplicaciones más exploradas. Diversas revisiones recientes destacan que su implementación genera efectos positivos en la motivación, la asistencia al estudio y, en menor medida, en el rendimiento académico, aunque con resultados heterogéneos según disciplina y diseño de la intervención (Okonkwo & Ade-Ibijola,



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

2021; Kuhail et al., 2023; Labadze et al., 2023). Un meta-análisis de Wu et al. (2024) confirma que los chatbots producen beneficios pequeños pero consistentes en los resultados de aprendizaje, reforzando su potencial como herramientas de apoyo.

A pesar de estos avances, la literatura también advierte limitaciones del uso de modelos de lenguaje generalistas como ChatGPT en contextos curriculares, en particular la falta de trazabilidad, el riesgo de “alucinaciones” y la dificultad de alinear sus respuestas con los objetivos del curso (Labadze et al., 2023). Frente a estas limitaciones, ha cobrado relevancia la arquitectura Retrieval-Augmented Generation (RAG), que combina la generación de texto con la recuperación semántica desde una base de conocimiento externa. Lewis et al. (2020) demostraron que este enfoque mejora la precisión y la especificidad de las respuestas en tareas intensivas en conocimiento, reduciendo la dependencia exclusiva del conocimiento paramétrico del modelo. Más recientemente, se han documentado aplicaciones emergentes de RAG en educación, destacando su potencial para garantizar transparencia y citación de fuentes en entornos académicos (Swacha & Gracel, 2025).

En síntesis, las revisiones existentes describen efectos positivos de los chatbots educativos y apuntan a que RAG puede mejorar la fiabilidad y trazabilidad de las respuestas. Si bien han surgido experiencias con RAG en contextos educativos, son todavía incipientes las propuestas que describen, con detalle replicable, diseños instruccionales donde el estudiantado asume explícitamente la construcción y validación del corpus como actividad formativa central. La propuesta aquí presentada se orienta a contribuir en esa dirección.

3. METODOLOGÍA

3.1. Diseño de la intervención educativa

3.1.1. Propósito pedagógico

El diseño de esta intervención parte del principio del aprendizaje activo, donde los estudiantes construyen conocimiento a partir de experiencias significativas. En lugar de consumir contenidos de manera pasiva, los participantes desarrollan un chatbot especializado como herramienta para profundizar en los contenidos del curso. El enfoque RAG puro permite que la calidad de las respuestas generadas por el chatbot dependa exclusivamente del corpus creado por los estudiantes, incentivando así la comprensión, síntesis y validación de conceptos técnicos.

3.2 Estructura general de la experiencia

La intervención se planifica en cinco fases, distribuidas en un periodo de 4 a 5 semanas de trabajo colaborativo en grupos, con un equilibrio entre actividades técnicas, pedagógicas y de reflexión.

Fase 1. Introducción y exploración (Semana 1)

El propósito de esta fase es brindar a los estudiantes una comprensión inicial de qué es la inteligencia artificial aplicada a la educación y, en particular, cómo funciona la arquitectura RAG. Se busca generar motivación y curiosidad, mostrando ejemplos funcionales que conecten la tecnología con situaciones cercanas a su experiencia académica. Además, se pretende



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

desmitificar la IA, presentándola como una herramienta accesible que no requiere conocimientos avanzados para ser utilizada con fines pedagógicos. Esta fase sienta las bases conceptuales que orientarán el trabajo posterior.

Actividades:

- Breve clase expositiva sobre IA generativa y RAG.
- Demostración de un chatbot RAG básico preconfigurado por el docente.
- Discusión guiada sobre posibles aplicaciones en la enseñanza de la ingeniería.

Rol del docente: contextualizar y motivar, aclarar dudas técnicas iniciales.

Rol del estudiante: explorar el funcionamiento del chatbot y relacionarlo con su experiencia académica.

Producto: comprensión general del funcionamiento de RAG y expectativas del proyecto.

Fase 2. Selección de temática y construcción del corpus (Semanas 1–2)

El propósito de esta fase es que los estudiantes se apropien de los contenidos disciplinares mediante la selección crítica y la redacción de fragmentos de conocimiento que alimentarán al chatbot. Aquí, la construcción del corpus actúa como una estrategia de aprendizaje activo, en la que los alumnos no solo investigan y recopilan información, sino que la sintetizan y la traducen en un formato claro y conciso. De este modo, se fomenta la comprensión profunda y la capacidad de discriminar entre información relevante e irrelevante. El corpus se convierte en la base que reflejará su aprendizaje.

Actividades:

- Cada grupo selecciona un tema del curso.
- Búsqueda, lectura y selección de fuentes confiables (apuntes, manuales, artículos).
- Redacción de fragmentos breves (2–8 frases) que incluyan definiciones, fórmulas explicadas en palabras, procedimientos paso a paso y ejemplos aplicados.
- Organización del corpus en un formato estructurado (plantilla entregada en el kit).

Rol del docente: orientar en la selección de fuentes, verificar que los fragmentos sean claros, relevantes y de extensión adecuada.

Rol del estudiante: investigar, sintetizar y redactar.

Producto: corpus inicial curado por los estudiantes, en formato editable (Word, Excel o TXT).

Fase 3. Implementación técnica (Semana 3)

El propósito de esta fase es acercar a los estudiantes al uso práctico de la IA en un entorno controlado y accesible. A través del notebook de Google Colab, los participantes aprenden a cargar, indexar y consultar su propio corpus, lo que transforma el conocimiento que redactaron en una herramienta interactiva. Más allá de los aspectos técnicos, la meta es que comprendan el flujo de funcionamiento de un sistema RAG, reforzando la idea de que la calidad de las respuestas del chatbot depende directamente del trabajo previo de preparación del contenido.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Actividades:

- Uso del notebook en Google Colab incluido en el kit.
- Carga del corpus redactado en la fase anterior.
- Indexación semántica del corpus mediante FAISS o ChromaDB. Esto permite transformar la información contenida en el corpus en una base de datos que facilite su búsqueda.
- Ejecución de consultas en lenguaje natural al chatbot y visualización de los fragmentos usados como contexto.

Rol del docente: apoyar la comprensión del flujo técnico (sin necesidad de explicar los detalles de programación).

Rol del estudiante: ejecutar los pasos técnicos del notebook y comprobar que su corpus está integrado correctamente.

Producto: chatbot inicial que responde en base al corpus del grupo.

Fase 4. Validación iterativa (Semanas 3–4)

El propósito de esta fase es desarrollar en los estudiantes una actitud crítica frente al conocimiento, al confrontar el desempeño del chatbot con preguntas diseñadas por ellos mismos. Cada error o vacío en las respuestas se convierte en una oportunidad para revisar y mejorar el corpus, promoviendo así un ciclo de aprendizaje basado en la retroalimentación. El énfasis está en la reflexión sobre las causas de los fallos (falta de información, ambigüedad en la redacción o formulación de la pregunta) y en la capacidad de corregirlos, consolidando competencias de autoevaluación y mejora continua.

Actividades:

- Los estudiantes diseñan un set de preguntas de validación sobre el tema elegido.
- Se interroga al chatbot con esas preguntas, registrando respuestas correctas, incompletas o erróneas.
- Cuando se detecta un error o vacío, el grupo revisa las fuentes, mejora la redacción o añade nuevos fragmentos al corpus.
- Se repite el ciclo hasta que el chatbot logre responder de forma precisa y completa a la mayoría de las preguntas.

Rol del docente: guiar en la formulación de preguntas y acompañar la reflexión sobre por qué falla el chatbot (¿es un problema de redacción, de falta de contenido, de formulación de la pregunta?).

Rol del estudiante: actuar como validador y revisor crítico del corpus.

Producto: corpus refinado y chatbot con mejor desempeño, acompañado de una tabla de validación que documenta el proceso de mejora.

Fase 5. Presentación final (Semana 5)

El propósito de esta fase es consolidar la experiencia de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes mostrar no solo el producto final (el chatbot), sino también el proceso reflexivo que lo



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025

PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA: LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL

Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

acompañó. Al presentar sus resultados y documentar ejemplos de errores corregidos, los alumnos hacen explícito cómo transformaron la teoría en práctica. Esta instancia promueve habilidades de comunicación técnica y trabajo en equipo, además de reforzar la metacognición, ya que los estudiantes deben explicar qué aprendieron tanto del tema disciplinar como del uso pedagógico de la inteligencia artificial.

Actividades:

- Cada grupo presenta su chatbot funcionando, mostrando ejemplos de respuestas y explicando cómo mejoraron el corpus a lo largo del proceso.
- Entrega de un informe final con:
 - El corpus definitivo.
 - Ejemplos de preguntas/respuestas correctas y erróneas.
 - Registro de iteraciones de mejora.
 - Reflexión grupal sobre lo aprendido del tema y del uso de IA.

Rol del docente: evaluar con base en rúbricas de calidad del corpus, desempeño del chatbot y claridad de la reflexión.

Rol del estudiante: presentar su producto final y demostrar el proceso seguido.

Producto: chatbot funcional, informe escrito y reflexión sobre el aprendizaje activo.

En la Figura 1 se muestra un diagrama explicativo de las fases del proyecto.

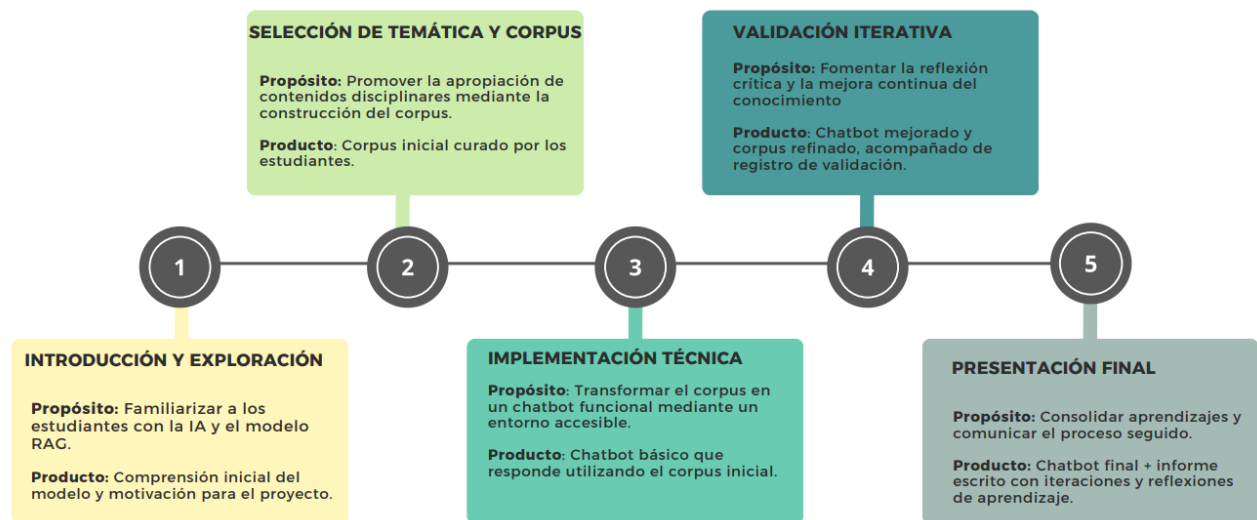


Figura 1. Fases del Proceso.

3.3 Recursos y herramientas utilizadas

Para facilitar la participación de estudiantes sin conocimientos avanzados en programación, se diseñó un kit educativo que incluye:



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

- Un notebook en Google Colab con instrucciones paso a paso para:
 - Cargar el corpus curado por el grupo.
 - Indexar los textos usando FAISS o ChromaDB.
 - Consultar el chatbot e identificar qué fragmentos se usaron para generar cada respuesta.
- Guías pedagógicas para la construcción del corpus, validación de respuestas y preparación del informe final.
- Plantillas editables para organizar el contenido, registrar validaciones y documentar el proceso de mejora.

3.4 Rol del estudiante y del docente

El estudiante asume el rol de curador de conocimiento: investiga, selecciona y redacta el contenido con el que entrenará indirectamente al chatbot. Además, valida las respuestas generadas mediante pruebas diseñadas por él mismo, lo que refuerza la reflexión crítica y la metacognición.

El docente actúa como facilitador: introduce la tecnología, acompaña el proceso de diseño y curación del corpus, orienta en la validación de las respuestas y propone criterios para la evaluación del desempeño del chatbot y del aprendizaje alcanzado.

4. RESULTADOS

La intervención se diseñó con el objetivo principal de generar un aprendizaje activo y profundo de contenidos técnicos en ingeniería, utilizando la construcción de un chatbot como medio y no como fin. En función de lo anterior, se identifican los siguientes resultados esperados:

4.1 Resultados esperados en los estudiantes

En primer lugar, se espera que los estudiantes alcancen una comprensión más profunda de los contenidos disciplinares, ya que el hecho de tener que sintetizar, redactar y organizar información en el corpus los obliga a pasar de una lectura superficial a una internalización significativa del material del curso. La construcción del corpus demanda un nivel de apropiación conceptual mayor, que trasciende la memorización y se orienta hacia la comprensión activa.

Del mismo modo, la experiencia favorece el desarrollo de la capacidad de estructurar y comunicar conocimiento técnico. Los estudiantes no solo consumen información, sino que deben expresarla en un formato claro, preciso y con trazabilidad, lo que fortalece sus habilidades de redacción especializada y la capacidad de comunicar conceptos complejos de manera accesible.

Otro resultado esperado es la consolidación de competencias de validación y mejora continua, dado que la fase de pruebas del chatbot estimula el pensamiento crítico. Los alumnos deben evaluar si las respuestas generadas son correctas, suficientes y pertinentes, y en caso contrario, corregir el corpus para mejorar la calidad del modelo. Este proceso fomenta una mentalidad de aprendizaje iterativo y orientado a la mejora.



Asimismo, la metodología impulsa la autonomía y la autorregulación del aprendizaje. Al ser responsables directos de la calidad del chatbot, los estudiantes desarrollan hábitos de revisión constante y prácticas de autoevaluación, lo que los prepara para enfrentar nuevos desafíos de manera independiente.

Finalmente, se promueve la familiarización con herramientas de inteligencia artificial aplicadas. Sin necesidad de contar con conocimientos avanzados en programación, los alumnos adquieren competencias prácticas en el uso de tecnologías emergentes, lo que los prepara para escenarios profesionales en los que la IA será cada vez más relevante. De este modo, se integran aprendizajes disciplinares y tecnológicos en una experiencia única que fortalece tanto las competencias técnicas como las transversales.

4.2 Resultados esperados en el ámbito pedagógico

La intervención se proyecta como una oportunidad para generar evidencia concreta de aprendizaje activo, en tanto los estudiantes dejan de ser receptores pasivos de información y asumen el rol de constructores de su propio conocimiento. La elaboración del corpus y la interacción crítica con el chatbot constituyen actividades que los sitúan en el centro del proceso de aprendizaje, reforzando el principio de que se aprende mejor cuando se produce, valida y mejora contenido.

Asimismo, se espera lograr una evaluación más rica y auténtica, ya que la calidad del chatbot y del corpus no solo reflejan el dominio conceptual alcanzado, sino que también evidencian habilidades transversales como la capacidad de síntesis, la claridad en la redacción y la rigurosidad en la validación. De esta manera, la evaluación se traslada desde la mera reproducción de conocimientos hacia la demostración de competencias aplicadas en un producto tangible.

Otro resultado pedagógico relevante es la replicabilidad y escalabilidad de la metodología, dado que el kit educativo puede ser adaptado fácilmente a diferentes asignaturas de ingeniería, como mecánica, programación, electricidad o logística. Esto permite mantener la misma lógica metodológica, centrada en la construcción activa de conocimiento, ajustando únicamente el corpus y los temas abordados.

Finalmente, se promueve la integración natural de la inteligencia artificial en la educación, superando visiones que la perciben como una amenaza a los procesos formativos. Al ser concebida como un instrumento pedagógico complementario, la IA en este caso a través de RAG puro se convierte en un mediador del aprendizaje que potencia tanto las competencias disciplinares como las habilidades críticas y reflexivas de los estudiantes.

4.3 Ejemplo paso a paso: chatbot RAG para la asignatura Simulación de Eventos Discretos

Tema elegido: Conceptos básicos de simulación y elementos de un modelo de eventos discretos.

Fase 1. Introducción y exploración

La actividad comienza con una breve demostración del docente, quien presenta un chatbot RAG ya configurado para responder preguntas relacionadas con la asignatura. La idea es motivar a



los estudiantes y mostrarles de forma sencilla cómo una herramienta de este tipo puede dialogar con los contenidos del curso.

A partir de esta experiencia inicial, los estudiantes suelen plantear sus primeras preguntas, que sirven como guía para el trabajo posterior. Algunas de las más comunes son:

- ¿Qué es un evento discreto?
- ¿Cuál es la diferencia entre simulación continua y discreta?

El resultado esperado en esta fase es una lista de preguntas que refleje la curiosidad y el interés inicial del grupo.

Fase 2. Construcción del Corpus

En la siguiente etapa los estudiantes asumen un rol más activo. En equipos, deben redactar pequeños fragmentos con definiciones, ejemplos y explicaciones sencillas relacionadas con la simulación de eventos discretos. La idea es que el material surja de su propia comprensión y no de un simple copiar y pegar.

Ejemplos de fragmentos que podrían redactar son:

- Definición de simulación discreta: Representa el comportamiento de un sistema como una secuencia de eventos que ocurren en momentos específicos.
- Ejemplo simple: Una cola en un banco donde los eventos son la llegada de un cliente y la atención por parte de un cajero.

Este corpus, escrito por los propios estudiantes en un archivo editable, será la base de conocimiento que luego alimentará al chatbot.

Fase 3. Implementación Técnica

El objetivo aquí es transformar el corpus en una base consultable por el chatbot, introduciendo conceptos básicos de embeddings y búsqueda semántica.

Paso 1. Preparación de embeddings

Cada fragmento del corpus se convierte en un vector numérico de alta dimensión, conocido como embedding. Estos vectores representan el significado del texto y permiten que fragmentos con ideas similares queden cercanos entre sí dentro de un espacio vectorial.

En la práctica, los embeddings se calculan con modelos previamente entrenados que convierten palabras y frases en números, a partir de patrones estadísticos del lenguaje. Gracias a esto, textos diferentes pero con significados parecidos terminan ubicados muy próximos. Por ejemplo, “Llegada de un cliente a un banco” y “Un evento de arribo a la cola” son distintos en su forma, pero sus embeddings estarán casi juntos porque expresan lo mismo.

Paso 2. Indexación en la base de datos vectorial

Con los embeddings ya calculados, se almacenan en una base vectorial como FAISS o ChromaDB. A diferencia de una base de datos tradicional, aquí no se trabaja con filas y columnas, sino con posiciones en un espacio de vectores.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025

PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL

Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Cuando un estudiante formula una pregunta, el sistema genera también su embedding, lo compara con los del corpus y selecciona los más cercanos. Por ejemplo, ante la consulta “¿Qué es un evento discreto en simulación?”, el sistema no busca palabras exactas, sino fragmentos con un significado equivalente, devolviendo aquellos que expliquen la definición de evento discreto.

Paso 3. Recuperación y generación de la respuesta

En este punto entra en juego el modelo de lenguaje (LLM), que toma los fragmentos recuperados y redacta con ellos una respuesta clara en lenguaje natural. Puede ser un modelo abierto (como LLaMA 2 o Mistral) o uno comercial (como GPT-3.5 o GPT-4); lo fundamental es que respete el principio del RAG puro, es decir, que solo utilice el material preparado por los estudiantes.

Ejemplo:

- Fragmento recuperado: “Un evento discreto representa un cambio instantáneo en el estado del sistema, como la llegada de un cliente a una cola”.
- Respuesta generada: “Un evento discreto es un cambio puntual en el sistema, por ejemplo, cuando llega un cliente a una cola y se altera su estado”.

Para garantizar esa fidelidad, se usan prompts de control que indican al modelo reglas simples, como: “Responde solo con los fragmentos proporcionados” o “Si la información no está en el corpus, responde: ‘No encontrado en el corpus del curso’”. De este modo se evitan respuestas inventadas y se asegura la trazabilidad.

Fase 4. Validación iterativa

En esta fase, los estudiantes diseñan un pequeño set de preguntas de validación, tales como:

1. Define entidad.
2. ¿Qué es un reloj de simulación?
3. Da un ejemplo de evento discreto.
4. Diferencia entidad de recurso.
5. ¿Qué elementos mínimos debe tener un modelo de simulación?

El chatbot se somete a estas pruebas y los resultados se registran. Si aparecen respuestas incompletas o equivocadas, el grupo vuelve sobre su corpus, lo corrige y repite el proceso hasta alcanzar un desempeño satisfactorio. El producto de esta fase es un corpus refinado y una tabla simple de validación que documenta la mejora.

Fase 5. Presentación final

La última fase tiene un carácter de cierre y reflexión. Cada grupo presenta públicamente cómo funciona su chatbot y muestra ejemplos de respuestas frente a preguntas del set de validación. Además, explican los cambios que realizaron en el corpus durante el proceso y entregan un informe breve que incluya:

- Lo que aprendieron sobre simulación de eventos discretos.
- ¿Cómo mejoró el chatbot después de las iteraciones?



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025

PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL

Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

De esta forma, el resultado final no es solamente un chatbot funcional, sino una experiencia de aprendizaje activo que integra el trabajo con los contenidos de la asignatura y, al mismo tiempo, la apropiación crítica de herramientas de inteligencia artificial.

5. CONCLUSIÓN

El proyecto presentado constituye una propuesta metodológica innovadora para integrar la inteligencia artificial en la enseñanza de la ingeniería a través de un enfoque de Retrieval-Augmented Generation (RAG) puro. A diferencia del uso pasivo de modelos generalistas, la experiencia sitúa al estudiante en el rol de constructor y curador de conocimiento, lo que permite alinear el uso de la IA con principios de aprendizaje activo.

El diseño de la intervención y del kit educativo facilita la implementación en contextos de aula sin necesidad de conocimientos avanzados en programación, asegurando la accesibilidad para distintos perfiles de estudiantes. El corpus, como elemento central, se convierte en la “fuente de verdad” del chatbot, reforzando la importancia de la selección, síntesis y validación crítica de la información.

Se espera que esta metodología promueva no solo la comprensión más profunda de los contenidos disciplinares, sino también el desarrollo de habilidades transversales como la redacción técnica, la autorregulación del aprendizaje y la apropiación crítica de herramientas de inteligencia artificial.

En términos pedagógicos, la propuesta abre la posibilidad de contar con una experiencia replicable y escalable, adaptable a distintas asignaturas y áreas de la ingeniería. Asimismo, posiciona a la IA no como sustituto del aprendizaje, sino como un instrumento mediador que potencia la reflexión, la autonomía y la capacidad de aprender construyendo.

Futuros trabajos podrán centrarse en la implementación de esta experiencia en cursos reales, con el fin de evaluar empíricamente su impacto en la motivación y en el aprendizaje de los estudiantes, así como en la validación de la eficacia del kit educativo como recurso didáctico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de la Universidad San Sebastián y la Universidad Central de Chile.

REFERENCIAS

- Accreditation Board for Engineering and Technology. (2023). *Criteria for accrediting engineering programs, 2024–2025*. Accreditation Board for Engineering and Technology.
- Chang, C.-Y., Hsu, C.-Y., & Tsai, C.-C. (2023). Designing chatbot-assisted learning environments: A framework based on self-regulated learning. *Computers & Education*, 193, 104663. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104663>
- Chen, H., Wu, Y., & Zhang, L. (2025). Chatbots in professional education: A review of instructional design and learner engagement. *Educational Technology Research and Development*, 73(1), 45–68. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10123-9>



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (2014). The CDIO approach. En *Rethinking engineering education* (pp. 11–45). Springer.
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: A systematic review of applications and trends. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1–25. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00389-2>
- Debets, T., Banihashem, S. K., Joosten-Ten Brinke, D., Vos, T. E. J., Maillette de Buy Wenniger, G., & Camp, G. (2025). Chatbots in education: A systematic review of objectives, underlying technology and theory, evaluation criteria, and impacts. *Computers & Education*, 234, 105323. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105323>
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674–681.
- Forcael, E., Garcés, G., Backhouse, P., & Bastías, E. (2018). How do we teach? A practical guide for engineering educators. *International Journal of Engineering Education*, 34(5), 1451–1466.
- Forcael, E., Garcés, G., Bastías, E., & Friz, M. (2019). Theory of teaching techniques used in civil engineering programs. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 145(4), 02518008. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000417](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000417)
- Forcael, E., Garcés, G., & Lantada, A. D. (2023). Convergence of educational paradigms into engineering education 5.0. En *Proceedings of the 2023 World Engineering Education Forum-Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC)* (pp. 1–8). Monterrey, México. <https://doi.org/10.1109/WEEF-GEDC58223.2023.10391327>
- Hadgraft, R. G., & Kolmos, A. (2020). Emerging learning environments in engineering education. *Australasian Journal of Engineering Education*, 25(1), 3–16. <https://doi.org/10.1080/22054952.2020.1713522>
- Hohn, R. L. (1995). *Classroom learning & teaching*. Longman Publishers.
- Huang, Y., Lin, C., & Tsai, M. (2025). Chatbots in education: A systematic review of their impact on student motivation and engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00412-9>
- Jamwal, A., Agrawal, R., Sharma, M., & Giallanza, A. (2021). Industry 4.0 technologies for manufacturing sustainability: A systematic review and future research directions. *Applied Sciences*, 11(11), 5725. <https://doi.org/10.3390/app11115725>
- Jusoh, S., & Abdul Kadir, N. (2025). A systematic review of educational chatbots: Applications, benefits, and challenges. *Computers in Human Behavior Reports*, 8, 100234. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100234>
- Kuhail, M.A., Alturki, N., Alramlawi, S. et al. (2023) Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Educ Inf Technol* 28, 973–1018 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
- Labadze, L., Grigolia, M. & Machaidze, L. (2024) Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *Int J Educ Technol High Educ* 20, 56 (2023). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W.-T., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems* (NeurIPS), 33, 9459–9474.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

- McCarthy, A. M., Maor, D., McConney, A., & Cavanaugh, C. (2023). Digital transformation in education: Critical components for leaders of system change. *Social Sciences & Humanities Open*, 8, 100479. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100479>
- McGrath, C., Lee, J., & Alhassan, R. (2024). Generative AI chatbots in higher education: A scoping review of pedagogical applications. *British Journal of Educational Technology*, 55(2), 321–340. <https://doi.org/10.1111/bjet.13345>
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J.-M., Ramírez-Montoya, M.-S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M.-R., Rosas-Fernández, J.-B., & Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers & Education: Artificial Intelligence*. volume 2, 2021, 100033, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033>.
- Rahman, M. K., Ismail, N. A., Hossain, M. A., & Hossen, M. S. (2025). Students' mindset to adopt AI chatbots for effectiveness of online learning in higher education. *Future Business Journal*, 11, Article 30. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00459-0>
- Sevillano-Vega, V., Chavez-Perez, J., Torres-Ceclén, C., & Iparraguirre-Villanueva, O. (2024). Integrating chatbots into e-learning platforms: A systematic review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 16(8), 234–245. https://thesai.org/Downloads/Volume16No8/Paper_26-Integrating_Chatbots_into_E_Learning_Platform.pdf
- Swacha, J., & Gracel, M. (2025). Retrieval-Augmented Generation (RAG) Chatbots for Education: A Survey of Applications. *Applied Sciences*, 15(8), 4234. <https://doi.org/10.3390/app15084234>
- Wu, R. and Yu, Z. (2024). Do AI chatbots improve students' learning outcomes? A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*. Volume55, Issue1, 2024, 10-33, <https://doi.org/10.1111/bjet.13334>
- Wu, Y., Zhang, L., & Chen, H. (2024). Meta-analysis of chatbot effectiveness in higher education: Learning outcomes and engagement. *Computers & Education*, 205, 105123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105123>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M. et al. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. *Int J Educ Technol High Educ* 16, 39 (2019). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>