



2025 | **16-20**
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1984

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





1. Introducción

El sector forestal ha enfrentado desafíos significativos para adoptar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Entre las principales barreras se encuentran la baja rentabilidad económica, la conectividad limitada en áreas rurales y una histórica dependencia de métodos tradicionales. Esto ha llevado a que el sector sea considerado un adoptante tardío en comparación con otros ámbitos productivos. En el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los compromisos internacionales como el Acuerdo de París y el Plan Estratégico de las Naciones Unidas para los Bosques 2017-2030, la digitalización y el uso de TIC se han identificado como herramientas clave para mejorar la sostenibilidad y la gestión eficiente de los recursos forestales (FAO, 2018; FAO, 2020). Sin embargo, la implementación en la práctica forestal ha sido lenta debido a las limitaciones mencionadas.

Las TIC tienen un gran potencial para transformar el sector forestal. Permiten un acceso más amplio a datos y conocimientos técnicos, y facilitan la formación de profesionales en áreas remotas. En el ámbito educativo, estas tecnologías pueden abordar problemas críticos como el aislamiento de los estudiantes en programas de aprendizaje a distancia. El proyecto VirtualForests, por ejemplo, se enfoca en superar estas limitaciones al proporcionar recursos educativos abiertos y accesibles a nivel internacional.

Otro factor relevante es la necesidad de incluir herramientas innovadoras como los agentes conversacionales. Estas herramientas utilizan procesamiento del lenguaje natural para interactuar con las personas usuarias y responder preguntas en tiempo real. Han demostrado ser útiles en contextos educativos, pero su adopción en silvicultura sigue siendo incipiente. La integración de chatbots, como los desarrollados en el proyecto VirtualForests, podría marcar un punto de inflexión al aumentar la participación de los estudiantes, mejorar los resultados del aprendizaje y reducir la carga de los instructores en tareas repetitivas. Por otro lado, el desarrollo de bases de datos de términos técnicos y su integración en plataformas digitales contribuye a estandarizar conocimientos y facilitar el acceso a información clave para la gestión forestal sostenible. Esto es especialmente crítico en un contexto donde las definiciones técnicas y los métodos de trabajo pueden variar significativamente entre regiones (FAO, 2018).

A pesar de las oportunidades que las TIC pueden ofrecer, persisten desafíos relacionados con la infraestructura tecnológica en áreas rurales, la capacitación del personal y la resistencia cultural al cambio. Estas barreras estructurales dificultan una adopción generalizada, pero iniciativas como VirtualForests están sentando las bases para una mayor digitalización y modernización en el sector. Un ejemplo destacado de los esfuerzos por fomentar la adopción de las TIC en el ámbito forestal es la Estrategia de Digitalización del Sector Agroalimentario y Forestal y del Medio Rural del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019). Este plan tiene como objetivo principal promover la modernización de los sectores agroalimentario y forestal mediante la integración de tecnologías digitales que mejoren la sostenibilidad, competitividad y resiliencia frente a desafíos como el cambio climático y la despoblación rural. Entre sus líneas de acción, la estrategia se centra en la conectividad de las zonas rurales, la capacitación digital de los agentes del sector y el impulso de herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG) y los datos abiertos para la toma de decisiones informada. Estas iniciativas son esenciales para superar las barreras



estructurales que dificultan la implementación de TIC en la silvicultura, especialmente en áreas remotas donde la infraestructura tecnológica es limitada (MAPA, 2019).

Aunque el sector forestal se encuentra rezagado en la adopción de las TIC, proyectos como VirtualForests destacan el potencial transformador de estas tecnologías. La combinación de herramientas digitales, acceso a recursos educativos abiertos y aplicaciones innovadoras como los agentes conversacionales promete cambiar la manera en que se imparte la educación forestal y se gestionan los recursos naturales, marcando un camino hacia la sostenibilidad y la eficiencia en el sector.

La educación en línea se ha convertido en una herramienta fundamental para superar barreras de acceso al conocimiento, especialmente en sectores como la silvicultura, donde las actividades se desarrollan en áreas remotas y con limitaciones en la conectividad digital. A pesar de los avances recientes, este sector aún enfrenta retos significativos en su transición hacia modelos educativos digitales más accesibles y eficientes.

Uno de los principales beneficios de la educación en línea es su capacidad para proporcionar recursos educativos abiertos a una audiencia global. Esto es particularmente importante en la silvicultura, un sector que históricamente ha estado subrepresentado en los programas de aprendizaje en línea. Proyectos como VirtualForests han demostrado el potencial de estas tecnologías para democratizar el acceso al conocimiento especializado, permitiendo que estudiantes de diferentes regiones participen en programas avanzados sin las limitaciones geográficas o económicas asociadas con la educación presencial.

Sin embargo, la implementación de programas de educación en línea en silvicultura enfrenta desafíos específicos (MAPA, 2019). Entre estos, destacan las limitaciones en la conectividad en áreas rurales, donde se encuentran muchas de las actividades forestales, y la resistencia cultural al cambio, tanto en las instituciones educativas como en los profesionales del sector. Estas barreras estructurales dificultan la adopción de tecnologías que podrían mejorar la eficiencia de la formación y reducir costos operativos a largo plazo.

La necesidad de innovación en los métodos educativos se hace evidente cuando se considera la diversidad de competencias requeridas en silvicultura. Los profesionales deben tener conocimientos técnicos sobre la gestión de ecosistemas, el manejo sostenible de los recursos naturales y el uso de tecnologías emergentes, como los sistemas de información geográfica (SIG) y la inteligencia artificial. La educación en línea permite integrar estas competencias en entornos de aprendizaje interactivos y personalizados, adaptados a las necesidades de cada estudiante.

Además, el uso de herramientas innovadoras como los agentes conversacionales está transformando la forma en que se imparte la educación en línea. En el proyecto VirtualForests, por ejemplo, se desarrolló un chatbot que actúa como asistente de enseñanza para un curso en línea sobre silvicultura. Este agente utiliza procesamiento de lenguaje natural para interactuar con los estudiantes, respondiendo preguntas técnicas, proporcionando ejemplos y destacando conceptos clave. Estas herramientas no solo mejoran la experiencia del usuario, sino que también contribuyen a reducir la carga administrativa de los instructores, permitiéndoles enfocarse en actividades de mayor valor agregado.

Sin embargo, el éxito de la educación en línea en silvicultura depende de superar barreras tecnológicas y culturales. Es necesario desarrollar infraestructuras tecnológicas que garanticen la conectividad en áreas rurales y capacitar tanto a los



estudiantes como a los profesionales para que puedan aprovechar plenamente las oportunidades que ofrecen las TIC. Además, es esencial fomentar una cultura de aprendizaje continuo que valore la digitalización como una herramienta para la mejora de la sostenibilidad y la eficiencia en la gestión de los recursos forestales. En conclusión, la educación en línea es una herramienta poderosa para transformar la enseñanza en silvicultura, permitiendo un acceso más amplio y equitativo al conocimiento especializado. Sin embargo, para que esta transformación sea efectiva, es crucial abordar los desafíos tecnológicos y culturales que enfrenta el sector. Proyectos como VirtualForests ofrecen un modelo prometedor para superar estas limitaciones, integrando tecnología avanzada con un enfoque educativo inclusivo y sostenible.

El aislamiento de los estudiantes es uno de los principales desafíos que enfrentan los programas educativos en línea, especialmente en sectores como la silvicultura, donde las actividades se desarrollan en áreas rurales y geográficamente dispersas. Este fenómeno se ve agravado por la falta de interacción cara a cara, que puede generar una sensación de desconexión social y dificultar el acceso a redes de apoyo académico y profesional. Los estudiantes en estos contextos a menudo enfrentan barreras emocionales y psicológicas que afectan su motivación y capacidad de aprendizaje, lo que a su vez puede impactar negativamente en los índices de finalización de los cursos.

Además del aislamiento, las barreras de acceso representan un obstáculo significativo para la adopción de tecnologías en la educación forestal. Muchas áreas rurales, donde se concentra gran parte de la actividad forestal, carecen de una infraestructura tecnológica adecuada, como acceso estable a Internet y dispositivos electrónicos modernos. Esta limitación restringe no solo la posibilidad de acceder a contenidos educativos en línea, sino también la capacidad de participar en actividades de aprendizaje interactivo que exigen un nivel básico de conectividad y alfabetización digital.

La falta de acceso a recursos tecnológicos también está vinculada a la desigualdad económica. Estudiantes y profesionales en regiones menos desarrolladas enfrentan dificultades para adquirir equipos necesarios para el aprendizaje digital, como computadoras portátiles, tabletas y software especializado. Estas disparidades no solo afectan el acceso, sino también la calidad de la educación recibida, perpetuando las desigualdades en el sector forestal.

Otro aspecto crítico es la resistencia cultural al cambio, tanto por parte de los estudiantes como de los instructores. Muchos profesionales de la silvicultura han desarrollado sus competencias en entornos basados en prácticas tradicionales y pueden mostrar desconfianza hacia la eficacia de las nuevas tecnologías en un ámbito donde el contacto directo con el entorno natural es fundamental. Esta resistencia puede ser una barrera para la integración de herramientas innovadoras como los agentes conversacionales, que han demostrado ser eficaces en otros contextos educativos, pero cuya adopción en la silvicultura sigue siendo limitada.

La adopción de tecnologías educativas en este sector también se ve influenciada por la falta de contenidos específicos adaptados a las necesidades del ámbito forestal. Aunque existen numerosos recursos educativos en línea, pocos están diseñados específicamente para abordar las complejidades y particularidades de la silvicultura. Esto incluye temas como la gestión sostenible de bosques, el monitoreo de ecosistemas y el uso de herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG).

El proyecto VirtualForests, desarrollado en el marco del programa Erasmus+,



aborda estas problemáticas al ofrecer soluciones específicas para el aprendizaje en línea en silvicultura. Al proporcionar un agente conversacional basado en Dialogflow, el proyecto no solo facilita el acceso a información técnica en tiempo real, sino que también mejora la interacción y el compromiso de los estudiantes, ayudando a mitigar el aislamiento percibido en los cursos a distancia .

En conclusión, el aislamiento de los estudiantes, las barreras de acceso y la resistencia cultural a la adopción de tecnologías son problemas interrelacionados que afectan negativamente la calidad de la educación forestal en línea. Abordar estos desafíos requiere no solo el desarrollo de tecnologías innovadoras y adaptadas al sector, sino también un enfoque integral que combine infraestructura tecnológica, formación en competencias digitales y estrategias que fomenten una cultura de aprendizaje colaborativo y sostenible. Proyectos como VirtualForests demuestran que estas barreras pueden superarse, allanando el camino para un sector forestal más inclusivo y conectado.

2. Objetivos

El objetivo es desarrollar y evaluar un chatbot como propuesta educativa para el curso "Introducción a la Silvicultura y los Recursos Naturales" en el máster MEDFOR.

Al desarrollar un chatbot como propuesta educativa también tenemos como objetivos secundarios:

1. Sistematización del conocimiento de conceptos forestales en español y en inglés.
2. Diseño y desarrollo del chatbot centrandolo la atención en su funcionalidad como glosario de términos forestales, utilizando la plataforma Dialogflow..
3. Validación de la propuesta: Implementación y prueba del chatbot desarrollado en el caso específico de Virtual Forests.

3. Metodología

3.1. Diseño del agente conversacional

Un agente conversacional es una aplicación de software diseñada para comprender y responder a declaraciones formuladas por usuarios en un idioma comprensible para los seres humanos (Nuseibeh, 2021). Estos agentes emplean técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP, por sus siglas en inglés) para interactuar en un lenguaje que los humanos puedan entender. Generalmente, se categorizan en dos tipos principales: agentes de diálogo enfocados en tareas y chatbots (Vishnoi, 2020). Estas entidades inteligentes diseñadas para interactuar con los usuarios, ya sea mediante texto o voz, se han popularizado en empresas centradas en el servicio al cliente.

ELIZA, considerado el primer chatbot, fue desarrollado en 1966 con el objetivo de funcionar como un psicoterapeuta, utilizando un sistema de respuestas basado en plantillas y técnicas de coincidencia de patrones para responder a las consultas de los usuarios (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021; Weizenbaum, 1966). Posteriormente, en 1972, se creó PARRY, otro chatbot relevante (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021; Colby et al., 1971). En 1995, ALICE, un chatbot galardonado, se llevó el premio anual Turing Test, el Premio Loebner, y se convirtió en el primer chatbot generalmente considerado como un "ordenador humano" (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021; Wallace, 2009, pp. 181–210). ALICE empleó el Lenguaje de Marcado de Inteligencia Artificial (AIML) y técnicas de coincidencia de patrones para sus operaciones básicas (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021; Marietto et al., 2013). Con el avance de la tecnología, han surgido chatbots modernos como SmarterChild (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021; Molnar & Szuts, 2018), Apple Siri, Amazon Alexa, IBM Watson, Microsoft Cortana y Google Assistant (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021; Reis et al., 2018). A partir de 2016,



se ha experimentado un rápido crecimiento en el desarrollo de chatbots, lo que ha resultado en la creación de diversos sistemas de chatbots para usos industriales (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021).

Los agentes de diálogo centrados en tareas (Vishnoi, 2020) son sistemas especializados en la realización de una tarea específica y, por lo general, mantienen interacciones breves con el usuario para facilitar la conclusión de dicha tarea. Estos agentes suelen operar mediante un flujo de diálogo preestablecido, fundamentado en una máquina de estados finitos. En este modelo, es el sistema el que guía la conversación, planteando preguntas a los usuarios y, en la mayoría de los casos, desestimando o malinterpretando respuestas que no se alineen directamente con la consulta planteada previamente.

Por otro lado, los chatbots (Vishnoi, 2020) son sistemas de diálogo que utilizan algoritmos de inteligencia artificial para emular el carácter más libre y no estructurado de las conversaciones humanas, y dar una respuesta inmediata al usuario (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021; Okonkwo & Ade-Ibijola, 2020; Smutny & Schreiberova, 2020). A diferencia de los agentes de diálogo orientados a tareas, los chatbots emplean técnicas avanzadas de inteligencia artificial para generar respuestas predefinidas pero contextualmente apropiadas. Estas respuestas están diseñadas para simular una comprensión de la intención del usuario y para analizar el contexto en el que se desarrolla la conversación.

El uso de chatbots ha experimentado un rápido crecimiento en diversas aplicaciones, desde el servicio al cliente hasta la educación y la atención médica. Su capacidad para interactuar en tiempo real con los usuarios los convierte en una herramienta invaluable para diversas industrias.

Los chatbots son ampliamente utilizados en el servicio al cliente para manejar consultas comunes, liberando así a los agentes humanos para tareas más complejas. Estos chatbots utilizan el procesamiento del lenguaje natural para entender y responder a las preguntas de los usuarios de manera efectiva (Nuance Communications, 2017).

Los chatbots también están ganando terreno en el sector de la salud, donde se utilizan para programar citas, recordar a los pacientes sobre medicamentos y proporcionar información básica sobre enfermedades (Montenegro et al., 2019). Para abordar los problemas psicológicos surgidos durante la pandemia de COVID-19, los chatbots de salud mental han sido ampliamente implementados por las instituciones públicas (Zhu et al. 2022).

En el comercio electrónico, los chatbots se utilizan para asistir en el proceso de compra, ofreciendo recomendaciones de productos basadas en el comportamiento de navegación del usuario (Inoue et al., 2017). Los chatbots también se utilizan para automatizar tareas rutinarias en empresas, como la generación de informes y la gestión de inventario, lo que aumenta la eficiencia operativa (Dale, 2016).

En el ámbito educativo, los chatbots actúan como asistentes de enseñanza, ofreciendo respuestas instantáneas a preguntas comunes y proporcionando material de estudio adicional. Algunos chatbots educativos incluso están diseñados para adaptarse al ritmo de aprendizaje del estudiante (Winkler & Söllner, 2018).

A pesar de sus múltiples aplicaciones, el uso de chatbots también plantea desafíos éticos, como la privacidad de los datos y la posibilidad de malentendidos debido a errores en el procesamiento del lenguaje natural (Brandtzaeg & Følstad, 2017). Los chatbots han demostrado ser herramientas versátiles con aplicaciones en múltiples sectores. Sin embargo, es crucial abordar los desafíos éticos y técnicos para aprovechar al máximo sus capacidades.

Para la construcción de dos chatbots especializados en conceptos forestales, uno en



español y otro en inglés, se ha llevado a cabo una exhaustiva búsqueda bibliográfica. Esta búsqueda tenía como objetivo recopilar información precisa y confiable que pudiera ser incorporada en las bases de datos de los chatbots para proporcionar respuestas informadas y precisas a las personas usuarias. Dos de las fuentes más relevantes consultadas para este proyecto fueron el diccionario de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (SECF) y diversos documentos publicados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

El diccionario de la SECF es una fuente invaluable que ofrece definiciones claras y concisas de términos y conceptos relacionados con la silvicultura. Este diccionario es ampliamente reconocido y utilizado por profesionales y académicos en el campo de las ciencias forestales en España. Además de definiciones, el diccionario también proporciona contexto y aplicaciones prácticas de los términos, lo que lo convierte en una herramienta educativa integral. El diccionario está disponible para consulta en la página web de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (Diccionario de la SECF).

Por otro lado, los documentos de la FAO proporcionan una perspectiva global sobre diversas cuestiones forestales, incluidos los conceptos técnicos, las mejores prácticas de manejo y las políticas internacionales. Estos documentos son particularmente útiles para el chatbot en inglés, ya que ofrecen un enfoque más internacionalizado y son una fuente confiable para la comunidad global de ciencias forestales.

En algunos casos, fue necesario traducir conceptos de un idioma a otro. Este proceso de traducción no fue simplemente literal, sino que se hizo bajo un enfoque profesional y científico para asegurar que los términos forestales mantuvieran su significado técnico y contextual en ambos idiomas. Se consultaron múltiples fuentes para validar la precisión de las traducciones y se buscó el asesoramiento de expertos en el campo para garantizar que los términos fueran culturalmente y técnicamente apropiados.

En resumen, la construcción de los chatbots en español e inglés implicó un proceso meticuloso de recopilación y verificación de información. El diccionario de la SECF y los documentos de la FAO sirvieron como pilares fundamentales para este proyecto, asegurando que los chatbots sean herramientas educativas robustas y confiables en el campo de las ciencias forestales. La traducción cuidadosa de términos entre idiomas garantiza que ambos chatbots sean igualmente efectivos para usuarios de diferentes entornos lingüísticos, contribuyendo así al avance del conocimiento y la educación en ciencias forestales a nivel global.

Con el creciente interés en las tecnologías de la información, los chatbots han ganado relevancia en el ámbito educativo (Deng & Zu, 2023; Huang et al. 2022).

Estos programas conversacionales, que pueden ser diseñados incluso por investigadores y profesionales utilizando plataformas como Dialogflow (Deng & Zu 2023, Jaeho Jeon, 2021; Topal et al., 2021), tienen la capacidad de procesar entradas y ofrecer información a través de interacciones verbales o escritas (Deng & Zu, 2023; Dialogflow[1]). En el contexto de la enseñanza en línea durante el período pospandémico, la integración de chatbots alivia la carga de trabajo de los docentes al ofrecer apoyo individualizado a los estudiantes con recursos limitados y personalizar el ritmo de aprendizaje de cada estudiante (Deng & Zu, 2023; Cai et al., 2021). A diferencia de los docentes, los chatbots educativos pueden responder preguntas de los estudiantes en cualquier momento y lugar, y manejar múltiples preguntas simultáneamente.

Sin embargo, la adopción de esta tecnología también presenta desafíos, que



incluyen cuestiones éticas, evaluación, actitudes de los usuarios, programación, supervisión y mantenimiento (Deng & Zu, 2023; Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021). Además, existen limitaciones tecnológicas y efectos secundarios relacionados con la formación (Deng & Zu, 2023; Pérez et al., 2020). Otro aspecto a considerar es el "efecto de novedad", que puede surgir cuando los estudiantes se enfrentan a una nueva tecnología, lo que podría influir en la mejora de los resultados del aprendizaje (Deng & Zu, 2023; Fryer et al. 2017; Fryer et al., 2019).

Los chatbots desempeñan tres funciones en el ámbito educativo: asistentes de enseñanza, compañeros de aprendizaje y tutores personales (Li & Yu, 2022; Deng & Zu, 2023). Al actuar como asistentes de enseñanza, los chatbots proporcionan conocimientos profesionales y retroalimentación formativa (Deng & Zu, 2023; Mageira et al. 2022) además de apoyar el aprendizaje en línea de los estudiantes (Deng & Zu, 2023; Song & Kim, 2021). En el rol de compañeros de aprendizaje, los chatbots interactúan con los estudiantes a través de textos o voces. En su función tutorial, los chatbots plantean preguntas y respuestas, guían a los estudiantes para iniciar su aprendizaje (Deng & Zu, 2023; Chen et al. 2020) y ofrecen cuestionarios (Deng & Zu, 2023; Yin et al. 2021). Estas tres funciones educativas de los chatbots están interconectadas, contribuyendo a una enseñanza y aprendizaje efectivos (Deng & Zu, 2023; Li & Yu, 2022; Jung et al. 2020). Dada la funcionalidad de los chatbots, es muy probable que la educación basada en chatbots tenga un impacto positivo y significativo en el pensamiento crítico, el razonamiento explícito, el rendimiento académico, la retención del conocimiento, la participación, la motivación y el interés.

A pesar de los estudios que han evaluado la eficacia de los chatbots en la educación, los resultados han sido inconsistentes. Algunas revisiones se han centrado en la educación basada en chatbots, pero pocas han sintetizado investigaciones anteriores para identificar el efecto global de los chatbots (Deng & Zu, 2023; Hwang & Chang, 2021). En cuanto a la eficacia de los chatbots en el aprendizaje de idiomas, existen dos metaanálisis que han calculado el tamaño del efecto global, pero se han limitado a la enseñanza del inglés como lengua extranjera (Deng & Zu, 2023; Lee & Hwang 2022) y al aprendizaje de idiomas en general (Deng & Zu, 2023; Bibaw et al. 2022).

Dialogflow se ha posicionado como una herramienta clave en la implementación de agentes conversacionales en el ámbito educativo, ofreciendo soluciones innovadoras para mejorar la interacción entre estudiantes y sistemas de aprendizaje. En el contexto del proyecto VirtualForests, Dialogflow fue seleccionado por su capacidad para interpretar el lenguaje natural y adaptarse a las necesidades específicas del sector forestal. Esta elección permitió desarrollar un asistente virtual que apoya a los estudiantes en un curso en línea sobre silvicultura, gestionando preguntas frecuentes, proporcionando ejemplos y explicando conceptos clave de manera interactiva.

La estructura modular de Dialogflow permite diseñar agentes conversacionales altamente personalizados. Mediante *intents* y entidades, es posible configurar interacciones que respondan a consultas específicas de los estudiantes, como definiciones técnicas o procedimientos forestales. Por ejemplo, un estudiante puede preguntar "¿Qué es la silvicultura?" y recibir una respuesta precisa, complementada con información adicional si lo solicita. Además, la integración con plataformas externas mediante *webhooks* amplía las posibilidades de funcionalidad, como programar recordatorios para tareas o acceder a bases de datos de términos técnicos.

Se ha utilizado Dialogflow[2] para la construcción del chatbot. Chatbot es una



herramienta de Google Cloud que permite la creación de agentes virtuales capaces de manejar conversaciones con usuarios finales. Estos agentes utilizan la comprensión del lenguaje natural para entender los matices del lenguaje humano y traducirlos en datos estructurados que las aplicaciones y servicios pueden comprender. La plataforma ofrece varios componentes clave para la construcción de conversaciones interactivas, que incluyen "intents", "entities", "contexts", y "fulfillments".

Los "intents" clasifican la intención del usuario en un turno de conversación. Cada agente puede tener múltiples "intents" que, en conjunto, pueden manejar una conversación completa. Un "intent" básico se compone de los siguientes componentes esenciales:

- **Frases de entrenamiento:** Estas son ejemplos de declaraciones que los usuarios podrían hacer. Si una entrada del usuario se asemeja a una de estas frases de entrenamiento, Dialogflow la asocia con el "intent" correspondiente. No es necesario que especifiques cada variante posible, ya que el sistema de aprendizaje automático de Dialogflow ampliará automáticamente tu conjunto de frases.
- **Acción:** Para cada "intent", puedes establecer una acción específica. Cuando se detecta una coincidencia de "intent", Dialogflow envía esta acción a tu sistema, permitiéndote ejecutar tareas predefinidas en respuesta.
- **Parámetros:** Al coincidir un "intent", Dialogflow extrae ciertos valores de la entrada del usuario y los presenta como parámetros. Cada uno de estos parámetros tiene un tipo asociado, conocido como tipo de entidad, que guía la forma en que se extraen los datos. Estos parámetros son datos estructurados, lo que facilita su uso para lógicas o respuestas específicas.
- **Respuestas:** Es necesario que definas respuestas que pueden ser en forma de texto, voz o visuales para interactuar con el usuario. Estas respuestas pueden variar desde proporcionar información directa hasta solicitar detalles adicionales del usuario o incluso concluir la conversación.

Cada "parameter" en un "intent" tiene un tipo, llamado "entity", que dicta cómo se extraen los datos de una expresión del usuario. Dialogflow proporciona "entities" del sistema predefinidas que pueden coincidir con muchos tipos comunes de datos, como fechas y direcciones de correo electrónico. También se pueden crear "entities" personalizadas para datos específicos.

Los "contexts" ("contexto") en Dialogflow son similares al contexto en el lenguaje natural y se utilizan para controlar el flujo de una conversación. Un "context" se activa cuando un "Intent" coincide, y mientras existan "contexts" activos, es más probable que Dialogflow coincida con "intents" que tengan "contexts" de entrada correspondientes.

Los "fulfillments" permiten que el agente responda de manera dinámica mediante la activación de un servicio definido. Cuando un "intent" con "fulfillment" habilitado tiene una coincidencia, Dialogflow envía una solicitud a un servicio de webhook con información sobre el "intent" coincidente. Este servicio puede realizar cualquier acción requerida y responder a Dialogflow con información sobre cómo proceder.

Dialogflow ofrece una interfaz de usuario web llamada "Consola de Dialogflow" para crear, compilar y probar agentes. También se puede utilizar la API (del inglés, Application Programming Interface) de Dialogflow para situaciones más avanzadas.

Dialogflow se integra con muchas plataformas de conversación populares como Telegram, Google Assistant, Slack y Facebook Messenger. Estas integraciones



manejan las interacciones directas con el usuario final, permitiendo que los desarrolladores se centren en la creación del agente. Un beneficio adicional de esta plataforma es que puede reunir información de uso que podría servir como señales de aprendizaje para los docentes (Reyes et al., 2019).

La construcción y personalización del agente conversacional en el proyecto VirtualForests se realizó utilizando **Dialogflow**, aprovechando su estructura modular y herramientas de inteligencia artificial para adaptarlo a las necesidades específicas del curso “Introducción a la Silvicultura y los Recursos Naturales”. Este proceso involucró varias etapas clave, desde el diseño inicial hasta la implementación de intents y fulfillment que garantizan una experiencia de usuario efectiva.

El primer paso consistió en la creación del agente base, configurando un entorno que pudiera interpretar y responder a preguntas relacionadas con conceptos técnicos de silvicultura. Para esto, se diseñaron **intents**, que representan los objetivos de las interacciones del usuario. Por ejemplo, intents como “Definición de Silvicultura” o “Explicación de Métodos de Manejo Forestal” se programaron para reconocer las preguntas más comunes de los estudiantes y proporcionar respuestas claras y precisas.

Cada intent fue vinculado a **entidades**, que permiten estructurar y extraer información específica de las consultas del usuario. Por ejemplo, si un estudiante pregunta “¿Qué es un sistema silvopastoril?”, el intent correspondiente identifica palabras clave como “sistema” y “silvopastoril” para generar una respuesta contextualizada. Esto asegura que el agente pueda manejar una amplia variedad de formulaciones y sinónimos.

La personalización se extendió al uso de **fulfillment**, una funcionalidad avanzada de Dialogflow que permite integrar el agente con servicios externos mediante webhooks. En este proyecto, el fulfillment se utilizó para acceder a bases de datos de términos técnicos, ofrecer recursos educativos complementarios y, en algunos casos, guiar al usuario hacia módulos adicionales de aprendizaje interactivo. Este enfoque permitió desarrollar un agente conversacional flexible, capaz de responder preguntas específicas, brindar ejemplos y resaltar conceptos relacionados, fomentando una interacción más enriquecedora y eficiente para los estudiantes del curso.

Tabla 1. Principales conceptos de Dialogflow utilizados en el agente conversacional de VirtualForests

Concepto	Descripción	Aplicación en VirtualForests
Agente	Entidad virtual creada en Dialogflow que gestiona las conversaciones. Puede interpretar entradas del usuario, identificar intenciones y proporcionar respuestas adecuadas.	Se creó un agente base capaz de responder preguntas sobre silvicultura y recursos naturales, adaptado a los contenidos del curso.
Intent	Representa el propósito de una expresión del usuario. Cada intent contiene frases de entrenamiento, acciones, parámetros y respuestas.	Intents como “Definición de Silvicultura” permiten al agente identificar preguntas frecuentes de los estudiantes y proporcionar respuestas específicas.
Frases de entrenamiento	Ejemplos de posibles expresiones de los usuarios. Dialogflow utiliza estas frases para entrenar su modelo de reconocimiento de intenciones.	Se incluyeron diversas formulaciones de preguntas técnicas para aumentar la precisión del reconocimiento por parte del agente.
Acción	Especifica una tarea que se ejecuta cuando se detecta un intent. Se puede utilizar para activar procesos externos o respuestas automatizadas.	Al detectar un intent específico, se activa una acción que puede consistir en recuperar una definición o remitir a un recurso adicional.
Parameter	Datos extraídos automáticamente del mensaje del usuario. Cada parámetro	Por ejemplo, en la pregunta “¿Qué es un sistema silvopastoril?”, los términos clave



Concepto	Descripción	Aplicación en VirtualForests
	tiene un tipo asociado (entidad) que define cómo se interpreta.	se extraen como parámetros para generar una respuesta adecuada.
Entity	Tipo de dato asociado a un parámetro. Puede ser una entidad del sistema (como fecha, número, correo electrónico) o una entidad personalizada creada por el desarrollador.	Se diseñaron entidades personalizadas para términos técnicos del ámbito forestal, como “silvicultura”, “método de manejo” o “sistema silvopastoril”.
Contexto	Determina el estado de la conversación y condiciona qué intents son relevantes en un momento dado. Ayuda a mantener coherencia y fluidez en los diálogos.	Se utilizaron contextos para mantener la lógica conversacional, por ejemplo, encadenando preguntas relacionadas dentro de una misma temática.
Fulfillment	Permite una respuesta dinámica mediante la conexión con servicios externos (por ejemplo, bases de datos o APIs), utilizando webhooks.	Se utilizó fulfillment para acceder a recursos externos como glosarios especializados, y redirigir al usuario hacia módulos de aprendizaje complementarios.
Consola de Dialogflow	Interfaz gráfica web para desarrollar, entrenar y probar agentes. Incluye herramientas para gestionar intents, entidades y pruebas de conversación.	Fue la herramienta principal para diseñar y evaluar la lógica del agente durante las fases de construcción e implementación.
Integraciones	Posibilidad de conectar el agente a plataformas de mensajería como Telegram, Slack o Google Assistant, facilitando su despliegue en diversos entornos.	Aunque no se utilizó en esta fase, la integración con plataformas externas se considera para una futura ampliación del proyecto.
Análítica de uso	Recopilación de datos sobre las interacciones de los usuarios, que puede utilizarse para mejorar el agente o extraer señales de aprendizaje.	Se plantea como recurso adicional para docentes, con el fin de identificar dudas frecuentes y adaptar los contenidos del curso.

3.2. Sistematización del conocimiento forestal

En el desarrollo del proyecto VirtualForests y del agente conversacional para el curso “Introducción a la Silvicultura y los Recursos Naturales”, se consultaron diversas fuentes especializadas en silvicultura, tecnología educativa y procesamiento del lenguaje natural. Estas fuentes proporcionaron las bases teóricas y prácticas necesarias para diseñar un agente capaz de atender las necesidades educativas del sector forestal.

El **Diccionario de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (SECF)** fue una de las principales referencias utilizadas para estructurar el conocimiento técnico del agente conversacional. Este recurso contiene un total de **15.000 conceptos**, abarcando una amplia variedad de términos relacionados con silvicultura, ecología forestal, gestión sostenible de recursos, y tecnología aplicada al sector forestal. La riqueza terminológica del diccionario permitió crear intents y respuestas precisas, asegurando que el agente pudiera abordar preguntas técnicas con exactitud. Más información sobre este recurso está disponible en la página oficial de la SECF: SECF - Sociedad Española de Ciencias Forestales.

Otra fuente clave fue el documento *Apuntes de Silvicultura* (Serrada, 2011), que ofrece una base teórica sólida sobre los fundamentos de la gestión forestal. Este material fue indispensable para diseñar respuestas relacionadas con conceptos como sistemas silvopastoriles, métodos de regeneración y manejo sostenible. Su contenido ayudó a estructurar las explicaciones técnicas del agente conversacional y a ofrecer ejemplos prácticos para los estudiantes.

Se utilizó un **glosario forestal técnico** proporcionado en formato Excel, que contenía no solo definiciones, sino también ejemplos y contextos de uso para términos relevantes en silvicultura. Este glosario fue fundamental para definir entidades en el agente conversacional y enriquecer la interacción con los usuarios.

La **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)** y el **European Forest Institute (EFI)** han sido fuentes esenciales para acceder a documentos técnicos y terminología estandarizada en el sector forestal. El *Forest Resources Assessment (FRA)* de la FAO, por ejemplo, ofreció definiciones globales que complementaron los recursos locales y europeos. Estas publicaciones están disponibles en FAO Forestry y EFI.



Finalmente, documentos adicionales como *A Glossary of Common Forestry Terms* y el *Diccionario de Pastos* contribuyeron a enriquecer el contenido técnico y a garantizar que el agente pudiera responder preguntas con precisión terminológica en múltiples contextos forestales.

En total, el proyecto se sustentó en más de 10 documentos especializados y bases de datos, asegurando un conocimiento amplio y contextualizado que permitió desarrollar un agente conversacional robusto y adaptado a las necesidades educativas del sector forestal.

3.3. Pruebas y validación

La evaluación de la interacción y satisfacción del usuario es fundamental para medir la eficacia de un agente conversacional, como el desarrollado en el proyecto VirtualForests. Estos métodos permiten identificar fortalezas, áreas de mejora y su impacto en el aprendizaje. Basándose en el contenido desarrollado y las mejores prácticas, se implementaron diferentes enfoques para recopilar datos significativos.

El análisis de las interacciones entre las personas usuarias y el chatbot fue uno de los métodos principales utilizados. Dialogflow proporciona herramientas que permiten registrar cada conversación, incluyendo las preguntas realizadas, las respuestas ofrecidas y si estas cumplían con las expectativas del usuario. A través de este análisis, se identificaron patrones comunes, como los temas más consultados y los errores en la interpretación de intents. Esta información permitió ajustar las respuestas del chatbot, mejorar la precisión de los intents y añadir entidades específicas para resolver ambigüedades.

Se utilizaron encuestas posteriores a las interacciones para recopilar retroalimentación directa de los usuarios. Estas encuestas se diseñaron con preguntas cerradas y abiertas, como:

- ¿La respuesta proporcionada fue útil? (Escala del 1 al 5).
- ¿El chatbot resolvió su pregunta completamente?
- ¿Qué mejorarías en tu interacción con el agente?

Las respuestas cuantitativas permitieron calcular métricas como la satisfacción promedio, mientras que las cualitativas aportaron ideas para optimizar la experiencia del usuario. Esta primera evaluación se ha realizado con un reducido número de alumnos, pero se continuará la evaluación continua durante los posteriores cursos.

Otro indicador clave que se va a utilizar en una fase posterior es la tasa de resolución, que mide el porcentaje de consultas que el chatbot resolvió sin necesidad de intervención humana. Esto se evaluará comparando el número de preguntas iniciales con las consultas que fueron escaladas a un instructor. Una alta tasa de resolución indica que el agente está cumpliendo su propósito de manera eficiente, mientras que las escalaciones recurrentes señalaron áreas donde se requerían mejoras en los intents o en el conocimiento del agente.

Con los alumnos de cursos posteriores se van a analizar las métricas de uso del chatbot, como el número de usuarios únicos, la frecuencia de uso y la duración promedio de las interacciones. Estas métricas ofrecerán una visión general sobre cómo y cuándo los estudiantes interactuaban con el agente. Por ejemplo, picos de actividad antes de exámenes o entregas de tareas indicarán la relevancia del agente como herramienta de apoyo en momentos críticos.

Además de los métodos mencionados, las personas usuarias pueden enviar comentarios en cualquier momento. Esto permitirá recibir sugerencias espontáneas y detectar problemas no identificados en las evaluaciones iniciales, y una mejora continua del chatbot.



4. Resultados

El agente conversacional desarrollado para el proyecto VirtualForests se centra exclusivamente en la gestión y consulta de **términos forestales**, siendo su principal función actuar como un recurso técnico para estudiantes y profesionales de la silvicultura. Este chatbot, diseñado utilizando **Dialogflow**, tiene como objetivo proporcionar definiciones claras, explicaciones contextuales y ejemplos relacionados con terminología forestal, optimizando el aprendizaje y la comprensión de los usuarios en temas especializados.

Capacidades del Chatbot

El chatbot es capaz de proporcionar definiciones detalladas de términos relacionados con la silvicultura y la gestión forestal. Estas definiciones se basan en recursos fiables, como el **Diccionario de la SECF** y otros glosarios técnicos consultados. Por ejemplo, un usuario puede preguntar “¿Qué es la selvicultura?” y obtener una definición precisa con un lenguaje accesible.

Además de las definiciones, el chatbot puede ofrecer explicaciones contextuales, detallando la aplicación práctica de ciertos conceptos. Esto es especialmente útil para términos que varían según el contexto, como “regeneración forestal” o “sistemas silvopastoriles”. El chatbot vincula estos conceptos a ejemplos o situaciones específicas en el manejo forestal.

Mediante la implementación de **entidades personalizadas**, el agente puede reconocer sinónimos y términos relacionados en diferentes idiomas, como inglés, francés o portugués. Esto permite a los usuarios formular preguntas en su lengua preferida sin perder precisión en las respuestas.

El agente está diseñado para mantener una interacción fluida con los usuarios. Por ejemplo, tras proporcionar una definición, puede ofrecer al usuario la opción de aprender más sobre términos relacionados o proporcionar ejemplos adicionales. Esta capacidad fomenta un aprendizaje más profundo y una navegación intuitiva por el conocimiento técnico.

Una funcionalidad clave del chatbot es su capacidad para manejar preguntas comunes de los usuarios de manera eficiente. Esto incluye conceptos básicos como “biomasa”, “biodiversidad” o “selvicultura preventiva”. Al preconfigurar intents para estas preguntas frecuentes, el agente asegura respuestas rápidas y precisas. Aunque su principal objetivo es proporcionar respuestas directas, el chatbot también puede sugerir recursos adicionales, como documentos técnicos o enlaces a bases de datos, para aquellos usuarios que deseen explorar un tema en mayor profundidad.

El agente utiliza las capacidades de aprendizaje automático de Dialogflow para mejorar su desempeño con el tiempo. Analiza las interacciones previas para identificar términos o preguntas que no pudo responder adecuadamente y ajusta sus respuestas mediante actualizaciones continuas.

Este chatbot está diseñado para ser una herramienta de consulta técnica confiable, disponible 24/7, que reduce la dependencia de recursos humanos para resolver dudas frecuentes sobre terminología forestal. Su implementación ha demostrado ser particularmente útil en entornos educativos y profesionales, permitiendo a los usuarios acceder rápidamente a información técnica precisa y contextualizada.

5. Discusión

El uso de chatbots en educación ha crecido significativamente en los últimos años, con aplicaciones en diversos sectores que van desde la enseñanza de idiomas hasta programas de formación técnica y superior (Sophia & Jacob, 2021). Aunque el proyecto VirtualForests ha desarrollado un agente conversacional enfocado en términos forestales, es útil analizar cómo se emplean chatbots en otros contextos



educativos para identificar similitudes, diferencias y oportunidades de mejora. En la enseñanza de idiomas, los chatbots han sido ampliamente adoptados para mejorar la práctica del habla, la escritura y la comprensión auditiva (Dinh *et al.*, 2022; Donnellan *et al.*, 2024; Zhang & Wang, 2022; Martin & Tapp, 2022; Kim & Kim, 2019). Plataformas como Duolingo y ChatGPT permiten a los estudiantes interactuar con agentes conversacionales que simulan conversaciones reales. Estos agentes proporcionan correcciones instantáneas y retroalimentación, lo que fomenta el aprendizaje activo. La principal diferencia con el chatbot de VirtualForests radica en que los chatbots de idiomas suelen centrarse en habilidades interpersonales y dinámicas conversacionales generales, mientras que el agente forestal responde a preguntas específicas de términos técnicos. En instituciones de educación superior (Sjöström *et al.*, 2018), los chatbots suelen actuar como asistentes virtuales para resolver dudas administrativas y académicas. Por ejemplo, en universidades como Staffordshire y Georgia State, los agentes conversacionales ayudan a los estudiantes con consultas sobre inscripción, horarios, exámenes y recursos bibliográficos (Liu *et al.*, 2022; Chang *et al.*, 2022). Estas herramientas mejoran la eficiencia administrativa y reducen la carga del personal académico. Sin embargo, mientras estos chatbots están diseñados para un soporte general, el agente de VirtualForests está altamente especializado en terminología y conceptos técnicos, ofreciendo un enfoque más profundo en un dominio particular.

En los campos de STEM (Wu *et al.*, 2023), los chatbots han sido integrados para facilitar el aprendizaje de temas complejos como matemáticas (Patil & Kulkarni, 2022; Kumar & Singh, 2022), física (Bitzenbauer, 2023) y programación (Lin, 2019; Hobert, 2019; Chinedu & Ade, 2021; Solomon, 2004). Herramientas como Mathway o WolframAlpha permiten a los estudiantes resolver problemas matemáticos y obtener explicaciones detalladas de los pasos necesarios para llegar a una solución. Aunque comparten con VirtualForests la capacidad de responder preguntas técnicas, los chatbots en STEM a menudo incluyen funciones interactivas como gráficos dinámicos o simulaciones, algo que no forma parte del diseño actual del chatbot forestal.

La comparación con otros sectores revela que el chatbot de VirtualForests se destaca por su especialización técnica, mientras que otros chatbots suelen tener un enfoque más general o interactivo. Sin embargo, esta comparación también sugiere oportunidades de mejora, como la integración de funciones interactivas avanzadas, simulaciones o la incorporación de ejercicios prácticos que puedan complementar el aprendizaje de términos forestales. Asimismo, el análisis muestra que el uso de chatbots en educación está evolucionando hacia herramientas más sofisticadas, lo que resalta la importancia de actualizar y ampliar las capacidades del agente forestal.

6. Conclusiones

El desarrollo del chatbot en el marco del proyecto **VirtualForests** ha demostrado su capacidad para abordar necesidades críticas en el sector forestal desde una perspectiva educativa. Como herramienta de acceso inmediato a información técnica, el chatbot facilita la comprensión de términos forestales y promueve un aprendizaje autónomo y eficiente. Esto ha contribuido a reducir la dependencia de los estudiantes hacia los instructores para resolver dudas técnicas, optimizando su tiempo y mejorando su experiencia de aprendizaje.

Desde el punto de vista del chatbot, su éxito radica en su flexibilidad y potencial de expansión. Este modelo puede adaptarse fácilmente para aplicaciones específicas más allá de la educación, como el soporte técnico en la gestión de recursos



forestales o la capacitación de profesionales en el uso de herramientas digitales, incluyendo sistemas de monitoreo de incendios o SIG. Por ejemplo, un chatbot podría asistir a técnicos en campo proporcionando guías paso a paso para realizar inventarios forestales o interpretar datos de sensores ambientales.

En conclusión, mientras que el agente conversacional de VirtualForests es un ejemplo innovador en un sector especializado como la silvicultura, el análisis de su uso en otros contextos educativos sugiere que la integración de tecnologías más avanzadas podría ampliar su impacto y utilidad, alineándolo con las mejores prácticas observadas en otros sectores.

El chatbot de VirtualForests contribuye significativamente a la **mejora de la gobernanza forestal** al facilitar la formación de futuros gestores capaces de implementar estrategias sostenibles. Al proporcionar acceso a términos técnicos y recursos clave, el chatbot apoya la toma de decisiones informadas en la gestión de los recursos naturales, lo que resulta esencial para la gobernanza eficiente y adaptativa.

En cuanto a la **integración social**, la herramienta fomenta la equidad al democratizar el acceso a la educación forestal, permitiendo que estudiantes de regiones rurales o con recursos limitados participen en programas de formación avanzada. Este enfoque no solo fortalece la capacidad técnica del sector, sino que también promueve la cohesión social y el desarrollo sostenible,

En el futuro, la integración de chatbots en plataformas digitales del sector forestal tiene el potencial de transformar la gobernanza y operación, al facilitar la toma de decisiones informadas y accesibles para todos los niveles de usuarios, desde estudiantes hasta gestores de alto nivel. Esto refuerza su relevancia como un recurso clave para la modernización del sector.

7. Agradecimientos

Este trabajo no se podría haber llevado a cabo sin el apoyo del Proyecto VirtualForests.

8. Referencias

- Bibauw, S., Van den Noortgate, W., François, T., & Desmet, P. (2022). Dialogue systems for language learning: A meta-analysis. *Language Learning & Technology*, 26(1).
- Bitzenbauer, P. (2023). ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep430. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13176>
- Brandtzaeg, P. B., & Følstad, A. (2017). Why people use chatbots. In *International Conference on Internet Science* (pp. 377–392).
- Cai, W., Grossman, J., Lin, Z.J. et al. Bandit algorithms to personalize educational chatbots. *Mach Learn* 110, 2389–2418 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10994-021-05983-y>
- Chang, Q., Pan, X., Manikandan, N., & Ramesh, S. (2022). Artificial Intelligence Technologies for Teaching and Learning in Higher Education. *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 29(05), 2240006. <https://doi.org/10.1142/S021853932240006X>
- Chen, H. L., Vicki Widarso, G., & Sutrisno, H. (2020). A chatbot for learning Chinese: Learning achievement and technology acceptance. *Journal of Educational Computing Research*, 58(6), 1161-1189.
- Chinedu, O., & Ade, A. (2021). Python-Bot: A Chatbot for Teaching Python Programming. *Engineering Letters*, 29(1), 25–34.
- Dale, R. (2016). Industry Watch: Chatbot or Chatterbox? *Natural Language Engineering*.



- Deng, X., & Yu, Z. (2023). A Meta-Analysis and Systematic Review of the Effect of Chatbot Technology Use in Sustainable Education. *Sustainability*, 15(4), 2940. <https://doi.org/10.3390/su15042940>
- Dialogflow ES Documentation (2023) <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs> (acceso 21/01/2023)
- Dinh, B. T., Ung, T. L., Nguyen, N. H., & Nguyen, T. H. T. (2022). Study on students' satisfaction with using Chatbot on Facebook's messenger platform to learn Chinese vocabulary. *Proceedings of the AsiaCALL International Conference*, 1, 56–65. <https://doi.org/10.54855/paic.2318>
- Donnellan, M., Wilkins, M., & Linton, K. (2024). An investigation of the efficacy of a ChatGPT-powered chatbot. In *EuroCALL 2023: CALL for all Languages* (pp. 1–10). Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/EuroCALL2023.2023.16976>
- FAO (2018) FRA 2020 Terms and definitions Forest Resources Assessment Working Paper No. 188 Rome: FAO
- FAO (2020) Global Forest Resources Assessment 2020: Main report., Rome: FAO. Available at: <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
- Fryer, L. K., Ainley, M., Thompson, A., Gibson, A., & Sherlock, Z. (2017). Stimulating and sustaining interest in a language course: An experimental comparison of Chatbot and Human task partners. *Computers in Human Behavior*, 75, 461-468.
- Fryer, L., Nakao, K., & Thompson, A. (2019). Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest, and competence. *Computers in Human Behavior*, 93, 279–289. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.023>
- Hobert, S. (2019). Say Hello to Coding Tutor! Design and Evaluation of a Chatbot-Based Learning System Supporting Students to Learn to Program. *Fortieth International Conference on Information Systems*
- Huang, W.J.; Hew, K.F.; Fryer, L.K. (2022) Chatbots for language learning- Are they really useful? A systematic review of chatbot-supported language learning. *J. Comput. Assist. Learn.* 2022, 38, 237–257. [Google Scholar] [CrossRef]
- Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2021). A review of opportunities and challenges of chatbots in education. *Interactive Learning Environments*, 1-14.
- Inoue, A. T., Lopes, A. P., & Tenório, J. M. (2017). Virtual Health Assistants for the Elderly: An Evaluation of Functionality and Acceptance. *Expert Systems with Applications*.
- Jaeho Jeon (2021) Chatbot-assisted dynamic assessment (CA-DA) for L2 vocabulary learning and diagnosis, *Computer Assisted Language Learning*, DOI: 10.1080/09588221.2021.1987272
- Jung, H., Lee, J., & Park, C. (2020). Deriving design principles for educational chatbots from empirical studies on human-chatbot interaction. *J. Digit. Contents Society*, 21, 487-493.
- Khalil, M., Rambech, M. (2022). Eduino: A Telegram Learning-Based Platform and Chatbot in Higher Education. In: Zaphiris, P., Ioannou, A. (eds) *Learning and Collaboration Technologies. Novel Technological Environments. HCII 2022. Lecture Notes in Computer Science*, vol 13329. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05675-8_15
- Kim, S., & Kim, J. (2019). Development and application of a chatbot for STEM education. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education (STEM)*, 20(2), 67–78. <https://doi.org/10.16875/stem.2019.20.2.67>
- Kumar, A., & Singh, R. (2022). Impact of Chatbots on Learning and Teaching



in Higher Education. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, 10(6), 5014–5023.

<https://doi.org/10.18535/ijssrm/v10i6.5014>

- Lee, J. Y., & Hwang, Y. (2022). A meta-analysis of the effects of using AI chatbot in Korean EFL education. *Stud. Engl. Lang. Lit*, 48, 213-243.
- Li, M., & Yu, Z. (2022). Teachers' satisfaction, role, and digital literacy during the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 14(3), 1121.
- Lin, Y.-H. (2019). A supportive information assistant on mobile devices for non-technical students learning programming. *12th International Conference on E-Learning in the Workplace (ICWEL)*, 1–4.
- Liu, L., Subbareddy, R., & Raghavendra, C. G. (2022). AI Intelligence Chatbot to Improve Students Learning in the Higher Education Platform. *Journal of Interconnection Networks*, 22(Supp02), 2143032. <https://doi.org/10.1142/S0219265921430325>
- Mageira, K., Pittou, D., Papasalouros, A., Kotis, K., Zangogianni, P., & Daradoumis, A. (2022). Educational AI chatbots for content and language integrated learning. *Applied Sciences*, 12(7), 3239.
- Martin, A., & Tapp, D. (2022). Teaching with Chatbots: Exploring the potential of artificial intelligence in medical education. *Medical Education*, 56(4), 344–352. <https://doi.org/10.1111/medu.14634>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA) (2019): Estrategia de Digitalización del Sector Agroalimentario y Forestal y del Medio Rural. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-digitalizacion-sector-agroalimentario/> [consultado el 10/01/2025].
- Montenegro, J. L. Z., da Costa, C. A., & Righi, R. de R. (2019). Survey of Conversational Agents in Health. *Journal of Medical Systems*.
- Nuance Communications. (2017). Customer Service Chatbots: The Good, the Bad, and the Ugly. *Journal of Customer Service*, 45-60. <https://venturebeat.com/ai/the-good-the-bad-and-the-ugly-of-chatbots/>
- Nuseibeh, R. (2021) "What is a chatbot?". *Chatbot magazine*, 2021. <https://chatbotmagazine.com/what-is-a-chatbot-6dfff005bb34>
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2020). Python-Bot: A chatbot for teaching python programming. *Engineering Letters*, 29(1).
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100033.
- Okonkwo, C. W., Huisman, M., & Taylor, E. (2019, April). The adoption of m-commerce applications: rural dwellers perspectives. In 12th, IADIS, international conference. Information systems.
- Patil, R., & Kulkarni, S. (2022). Chatbots in Education: Enhancing Student Engagement and Learning Outcomes. *International Journal of Current Science Research and Review*, 5(10), 13856–13864. Retrieved from <https://ijcsrr.org/single-view/?id=13856&pid=13554>
- Pérez, J. Q., Daradoumis, T., & Puig, J. M. M. (2020). Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1549-1565 <https://doi.org/10.1002/cae.22326>
- Reyes, R., Garza, D., Garrido, L., De la Cueva, V., Ramirez, J. (2019). Methodology for the Implementation of Virtual Assistants for Education Using Google Dialogflow. In: Martínez-Villaseñor, L., Batyrshin,



- I., Marín-Hernández, A. (eds) *Advances in Soft Computing. MICAI 2019. Lecture Notes in Computer Science()*, vol 11835. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33749-0_35
- Sánchez-Díaz, X., Ayala-Bastidas, G., Fonseca-Ortiz, P., Garrido, L. (2018). A Knowledge-Based Methodology for Building a Conversational Chatbot as an Intelligent Tutor. In: Batyrshin, I., Martínez-Villaseñor, M., Ponce Espinosa, H. (eds) *Advances in Computational Intelligence. MICAI 2018. Lecture Notes in Computer Science()*, vol 11289. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04497-8_14
 - Serrada, R. (2011) **Apuntes** de Repoblaciones Forestales. 3ª Ed. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal
 - Sjöström, J., Aghaee, N., Dahlin, M., & Ågerfalk, P. (2018). Designing Chatbots for Higher Education Practice. *Proceedings of the AIS SIGED*.
 - Smutny, P., & Schreiberova, P. (2020). Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers & Education*, 151, 103862.
 - Solomon, J. (2004). Programming as a Second Language. *Learning & Leading with Technology*, 32(4), 34–39.
 - Sonderegger, S. and Seufert, S. (2022). Chatbot-mediated Learning: Conceptual Framework for the Design of Chatbot Use Cases in Education. In *Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education - Volume 1: CSEDU*; ISBN 978-989-758-562-3; ISSN 2184-5026, SciTePress, pages 207-215. DOI: 10.5220/0010999200003182
 - Song, D., & Kim, D. (2021). Effects of self-regulation scaffolding on online participation and learning outcomes. *Journal of Research on Technology in Education*, 53(3), 249-263.
 - Sophia, J. J., Jacob, T. P. (2021) "EDUBOT-A Chatbot For Education in Covid-19 Pandemic and VQAbot Comparison," 2021 Second International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC), Coimbatore, India, 2021, pp. 1707-1714, doi: 10.1109/ICESC51422.2021.9532611.
 - Vishnoi, L. (2020). "Conversational agent: A more assertive form of chatbots". *Towards Data Science*, Jun 30, 2020. <https://towardsdatascience.com/conversational-agent-a-more-assertive-form-of-chatbots-de6f1c8da8dd>
 - Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36-45.
 - Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the Potential of Chatbots in Education: A State-Of-The-Art Analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*.
 - Wu, T.-T., Lin, C.-J., Pedaste, M., & Huang, Y.-M. (2023). The effect of chatbot use on students' expectations and learning effectiveness in a flipped classroom. In Y.-M. Huang & T. Rocha (Eds.), *Innovative Technologies and Learning: 6th International Conference, ICITL 2023, Porto, Portugal, August 28–30, 2023, Proceedings* (pp. 492–501). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-40113-8_43
 - Yin, J., Goh, T. T., Yang, B., & Xiaobin, Y. (2021). Conversation technology with micro-learning: The impact of chatbot-based learning on students' learning motivation and performance. *Journal of Educational Computing*



- Research, 59(1), 154-177.
- Zhang, Y., & Wang, X. (2022). Chatbot Script Design for Programming Language Learning. *Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/TALE55095.2022.9829460>
 - Zhu, Y., Wang, R., & Pu, C. (2022). "I am chatbot, your virtual mental health adviser." What drives citizens' satisfaction and continuance intention toward mental health chatbots during the COVID-19 pandemic? An empirical study in China. *Digital health*, 8, 20552076221090031. <https://doi.org/10.1177/20552076221090031>

[1] <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs/basics> (consultado el 27/7/22)

[2] <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs/basics> (consultado el 27/7/22)