

TÍTULO

**Inteligencia Artificial y la aplicabilidad en Sistemas de Recomendación:
la práctica sistemática de Aseguramiento del Aprendizaje
en contextos adaptativos-personalizados de e-Learning**

Fernando Cesar Fresneda Botaro

DIRECTORES

**Francisco José García-Peñalvo
Alicia García-Holgado**

PLAN DE INVESTIGACIÓN

**PROGRAMA DE DOCTORADO FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA**

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO (MÁXIMO 50 LÍNEAS):

El Tema

El desarrollo y el lanzamiento de nuevas tecnologías de formación y cualificación están apoyando a las organizaciones en la optimización de la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje, beneficiando a los empleados, ya sea reduciendo costes y tiempo de formación, o compensando la falta de oportunidades de formación inicial y mejoras continuas. El hecho es, que la cualificación profesional permite desarrollar competencias para resaltar los aprendizajes y privilegiar las oportunidades de innovación, lo que responde a la reestructuración exigida a las industrias como regla, especialmente en una sociedad contemporánea basada en el conocimiento (Bell, 1976).

En este prólogo, sin embargo, es posible destacar que la planificación estratégica de las organizaciones puede garantizar el éxito práctico del aprendizaje electrónico (*e-learning*) – algunos casos transformados en academias/universidades corporativas –, que debe ser catalogado como uno de los medios para alcanzar los objetivos de negocio. Se enfatiza que estas aplicaciones deben cumplir igualmente con las metas de aprendizaje, así como combinadas con la estrategia de desarrollo de talentos, prácticas de aprendizaje digital, metas de desempeño, procesos de Gestión del Conocimiento, entre otros logros, en el momento en que el *e-learning* puede llevar a cabo un alto valor estratégico (Anton & Shikov, 2018; Zhu et al., 2011).

También cabe destacar que existen cursos de formación que se pueden personalizar, según las características de los empleados, con el objetivo de fomentar la implicación de ellos como aprendiz. Acciones que incrementen la calidad de la formación de especialistas. Si se exploran adecuadamente los niveles de capacitación y mejora ocupacional, las organizaciones comienzan a absorber proveedores bien capacitados, prometedores y motivados, listos para enfrentar desafíos más complejos. A través del *Adaptive Learning* (AL) es posible ofrecer un *Personalized Learning* (PL) y una experiencia potenciada por las Tecnologías Digitales (Anton & Shikov, 2018).

Reforzado por las herramientas de *Information & Communication Technology* (ICT), el *e-learning* se usa ampliamente en múltiples formas de interacción corporativa, incluidas varias instituciones académicas para administrar el proceso educativo. Los beneficios van desde establecer formas de comunicarse e interactuar, hasta rendir exámenes y evaluar el progreso. Sin embargo, es evidente que la mayoría de los entornos de *e-learning* se diseñaron con un enfoque *one-size-fits-all* (traducción libre de contexto: “talla única”, estático). Por lo tanto, aunque efectivo, los estudiantes abandonan rápidamente estas áreas (Alomair & Hammami, 2020; Samoylenko et al., 2021).

Para estos entornos, una de las soluciones es el uso/aplicación de LA, un aprendizaje dotado de numerosas características que puede ofrecer instrucción personalizada e individualizada al aprendiz, aportando ventajas a la enseñanza -proceso de aprendizaje. Entre los beneficios están los *Recommendation* (o *Recommender*) *Systems* (RS) que, para un *e-learning* efectivo, verifican la necesidad de aprendizaje individual, incluyendo los intereses del aprendiz, y que se adaptan a diferentes contextos de aprendizaje, particularmente en organizaciones con Programas de Formación Profesional establecidos, vía *e-learning* corporativo (Desai et al., 2019).

El aumento notable de los recursos de aprendizaje en línea, que actualmente están disponibles, ha hecho que los motores de recomendación personalizados – incluidos todos los recursos –, sean desafíos aún más importantes, ampliando enormemente las investigaciones en este aspecto, según las consideraciones de George y Lal (2019). Los autores también señalan que, algunos RS han comenzado a utilizar ontología e *Artificial Intelligence* (AI), por ejemplo, entre otras técnicas para brindar recomendaciones personalizadas. Ciertamente mucho más preciso, dados los últimos avances tecnológicos en evidencia, como el desarrollo de estudios sobre AI (Goasduff, 2021; Jump et al., 2021).

Según Colchester y coautores (2017), internamente a las plataformas de *e-learning*, se están construyendo procesos educativos adaptativos, en respuesta a las diferencias individuales de cada aprendiz, con miras a construir sus sistemas de aprendizaje. En referencia a este tipo de enfoque educativo y con el fin de optimizar el proceso de aprendizaje, consideran que es necesario ajustar la capacidad de comprensión, así como la detección de necesidades específicas. Todos estos procedimientos, realizados en su propio contexto instruccional y alineados con una experiencia fundamental, con miras al uso adecuado de la pedagogía del aprendizaje.

Al final, se destaca la importancia de suministrar los procesos de capacidades dinámicas de autoaprendizaje, a partir de los comportamientos presentados por formadores y aprendices, para crear una pedagogía arreglada y ajustada, de forma automática y adecuada a los entornos de *e-learning*. Los algoritmos de AI deben ser de gran utilidad, especialmente en los procesos de toma de decisiones –relacionados con los modelos de enseñanza-aprendizaje –, para minimizar las fuentes de incertidumbres. Incluido, el uso de técnicas y modelos de AI relevantes para lograr resultados más inteligentes y entornos de *e-learning* más adaptables y personalizados, en los que los recursos deben apoyar la evolución del estudiante, además del mecanismo de aprendizaje (Colchester et al., 2017).

El Problema

Son innumerables las complejidades para atender las demandas de un aprendizaje eficiente, pues los temas claves involucran no solo la búsqueda de nuevos recursos, sino también otras situaciones que, eventualmente, no son consideradas como probables transformaciones didáctico-pedagógicas, y de innovación integral y tecnológica. difusión. Acontecimientos que acaban impactando en la forma de pensar y reflexionar, así como en la forma de enseñar y aprender, que se transforma de persona a persona. Ante ello, se advierte que la sistemática de la educación tradicional termina negándose a “abrir el camino” a las nuevas tendencias, sus ventajas, beneficios y en especial a las nuevas tecnologías. Por lo tanto, los programas de enseñanza preestablecidos, fijos (estáticos) e innumerables veces repetitivos terminan por conservarse en el tiempo (Saba & Shearer, 2019).

En estos términos, el aprendiz está completamente desprovisto de autonomía y control sobre su propia rutina de estudio. La experiencia del estudiante está impuesta por contenidos – mayoritariamente estáticos – por tiempos predeterminados, por tareas/trabajos segmentados, por códigos de conducta (características de un entorno tradicional de enseñanza y aprendizaje). Existen numerosas diferencias en el proceso de instrucción, que varían de un aprendiz a otro, ya que los intereses son diferentes, así como también los ritmos de aprendizaje. La realidad de los estudiantes clásicos, luego de su proceso de escolarización, radica en la dificultad de movilizar los propios conocimientos adquiridos, o sea, contratiempos que se extenderán desde su práctica diaria personal a su práctica diaria profesional.

Con el fin de facilitar el aprendizaje inteligente, se diseñaron mecanismos y sistemas de recomendación para realizar tareas exclusivas, en que las conveniencias se demuestren relevantes para los resultados del aprendizaje. Por el contrario, los desafíos del *e-learning* se deben especialmente a las indicaciones basadas en el contenido y el filtrado colaborativo, *Cold-Start* y *Sparsity*. Se proponen numerosas soluciones para resolver dichos problemas, tales como: recomendaciones entre dominios, recomendaciones contextuales, técnicas de *Deep Learning* (DL), entre otras soluciones. Incluso, existen ciertos casos de posibles resoluciones de los problemas mencionados anteriormente (Gahier & Gujral, 2021; Gogo et al., 2020; Srivastav & Kant, 2019).

Sobre los problemas derivados de la RS, no se registraron soluciones definitivas en la literatura, es decir, un estado en el que todos los problemas han sido resueltos. Las investigaciones presuntamente resueltas necesitarán de otras pruebas inagotables, principalmente en múltiples entornos. Análogamente, los problemas en la confección de los contenidos formativos son auténticos, en cuanto que no se presentan en simetría con las necesidades de los aprendices, incluso de demandas provenientes del lugar donde se encuentra laborando el empleado. En el caso de las relaciones de RS con herramientas de *e-learning*, no existen muchas referencias sobre indicadores de desempeño, con algunas excepciones como los orientados al negocio. Asimismo, también carecen de reportes asociados a *feedbacks* de estudiantes y maestros (Jannach & Zanker, 2022).

Según los estudios realizados por Zhang y coautores (2021), la AI, específicamente la inteligencia computacional, los métodos y algoritmos de *Machine Learning* (ML), se han aplicado de forma natural en el desarrollo de los recomendadores. Sin duda, la intención es optimizar la precisión del pronóstico, además de resolver los "viejos problemas" conocidos de RS. Se cree que la AI puede mejorar efectivamente el desarrollo tecnológico y la aplicación de los sistemas de recomendación. Llegados a este punto, lo que falta por saber es si, para entornos de *e-learning* adaptativo y personalizado, la aplicación de Inteligencia Artificial en Sistemas de Recomendación es tan eficiente como se pretende, ya que existen pocas aplicaciones con este conjunto de tecnologías de configuración.

HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PRINCIPALES OBJETIVOS A ALCANZAR (MÁXIMO 50 LÍNEAS):

Hipótesis

El presente proyecto de tesis doctoral se formula a partir de un supuesto fundamental:

La aplicación de la Inteligencia Artificial en los Sistemas de Recomendación permite las sugerencias de contenidos, en entornos de *e-learning* individualizados, posibilitando un aprendizaje adaptativo-personalizado (potenciado, flexible e individualizado), contexto en que todo el proceso de aprendizaje se alcanza y se confirma a través de Aseguramiento del Aprendizaje (*Assurance of Learning – AoL*).

Problemática

- Enseñanza Adaptativa-Personalizada: El proceso de enseñanza-aprendizaje es estático, ya que se brinda un solo tipo de enseñanza, es decir, no hay adaptación y/o personalización de acuerdo con las necesidades individuales de los aprendices;
- Sistemas de Recomendación: Todavía existen debilidades en los sistemas de recomendación tradicionales, basados en contenido y filtrado colaborativo. Se utilizan clasificaciones de recursos y contenidos en los que no se considera el contexto del aprendiz;
- Learning Analytics: El uso sistemático de datos e indicadores de capacitación se han implementados parcialmente y presentan métricas poco elaboradas para entornos cooperativos de *e-learning* (*feedback, assessment*); y
- Inteligencia Artificial: los algoritmos de inteligencia artificial existentes aún están poco desarrollados y se utilizan para facilitar las recomendaciones de contenido de capacitación de aprendices.

Preguntas

En la perspectiva y en el contexto de los aprendizajes adaptativo-personalizado y en la pertinencia de ofrecer al empleado un aprendizaje inteligente, a través de una experiencia potenciada por las tecnologías digitales – dotada de mecanismos de recomendación y personalización, vía modelos (algoritmos) de inteligencia artificial –, el presente trabajo tiene como objetivo responder a las siguientes preguntas de investigación:

- 1) ¿Cuáles son los diferenciales de la Inteligencia Artificial en Sistemas de Recomendación y/o Sistemas Adaptativos-Personalizados, en contextos de *e-learning* de negocios, particularmente los entornos con soporte a través de AoL?
- 2) ¿Qué características debe tener un *framework* para desarrollar las competencias de los estudiantes, en contextos adaptativos-personalizados de *e-learning* de negocios, estimulado por las prácticas de Aseguramiento del Aprendizaje?
- 3) ¿Cuáles son los modelos analíticos de Inteligencia Artificial en uso por los recomendadores de contenido y/o aplicaciones adaptativas-personalizadas de aprendizaje (LMS / LCMS), indexadas a las necesidades y la progresión de los aprendices?
- 4) ¿Cuáles son los impactos de la práctica de Aseguramiento del Aprendizaje en aplicaciones de Inteligencia Artificial, particularmente los entornos que utilizan RS y/o Sistemas Adaptativos-Personalizados, orientado para negocios?

Objetivos

General

Evaluar la aplicabilidad de la Inteligencia Artificial en Sistemas de Recomendación, reforzados a través de Aseguramiento del Aprendizaje, orientados a la práctica adaptativa-personalizada en contextos de *e-learning* para negocios.

Específicos

- Examinar los diferenciales de la AI en RS, en contextos de *e-learning* de negocios, especialmente los que puedan ser soportados por el Aseguramiento del Aprendizaje;
- Desarrollar un *framework* que promueva las competencias de los estudiantes, a través del Aprendizaje Adaptativo-Personalizado para *e-learning* de negocios, reforzado por el Aseguramiento del Aprendizaje;
- Identificar modelos analíticos de Inteligencia Artificial que produzcan recomendaciones de contenido de aprendizaje (LMS / LCMS), que satisfagan a las necesidades y la progresión de los aprendices; y
- Especificar los resultados del cumplimiento de AoL en AI, en contextos de *e-learning*, especialmente los que puedan ser utilizados en conjunto con los Sistemas de Recomendación, orientado para negocios.

El (Breve) Marco Teórico

Existen varias formas y modelos de personalizar el aprendizaje y la certeza de que la instrucción alude a un aprendizaje personalizado, en el que el enfoque y el ritmo instruccional se optimizan para las necesidades individuales, por lo que la pedagogía está estrictamente centrada en el estudiante. Los enfoques, el contenido y las secuencias de instrucción pueden variar según sea necesario. Las actividades de aprendizaje son significativas para los aprendices, impulsadas por intereses e iniciativas personales. Según Li (2015, como citado en Peng et al., 2019), promueve el desarrollo individual, lo que enfatiza que el proceso de aprendizaje debe adoptar puntos de partida, métodos de enseñanza y evaluación, procesos, técnicas y contenidos adecuados a las

características particulares de los estudiantes Elementos esenciales del aprendiz: diferencias, necesidades y progreso (Peng et al., 2019; U.S. Department of Education, 2017).

El aprendizaje adaptativo se refiere a las tecnologías que monitorean el progreso del empleado durante el curso de su proceso de aprendizaje. Utiliza datos para modificar la instrucción según sea necesario (Adams Becker et al., 2017). De acuerdo con las habilidades del aprendiz o incluso en la obtención de nuevas habilidades, con el fin de acelerar el desempeño, las tecnologías se ajustan activamente al nivel/tipo de contenido (Pugliese, 2016). Las estrategias de aprendizaje producen experiencias transformadoras basadas en el desempeño y el compromiso del estudiante. Un enfoque de enseñanza, basado en tecnología y datos de desempeño, tiene como objetivo ajustar y responder con contenido y metodologías (un camino hacia el dominio del aprendiz de un objetivo de aprendizaje específico) (Waters, 2014). Los elementos esenciales son: diferencias, rendimiento y ajuste (adaptativo) (Peng et al., 2019).

La situación por destacar es que los dos aprendizajes, tanto el personalizado como el adaptativo, comparten un único objetivo, que es ofrecer a los aprendices una formación de calidad, en un formato optimizado y que se adapte al máximo a sus necesidades. Independientemente de los tipos de aprendizaje a utilizar, existe una fuerte tendencia a afirmar que el Aprendizaje Personalizado tiene un enfoque considerado 'a la medida', teniendo para este contexto una alta seguridad para la personalización de un plan de aprendizaje individual/personal – posiblemente desde el perspectiva que se basará particularmente en la consideración de la biografía del estudiante, para considerar las experiencias y la forma en que han moldeado su inteligencia, sensibilidad y habilidades (Lorman Team, 2020)

La Literatura

Sobre las plataformas de *e-learning*, según Talaghzi y coautores (2020), y la adopción de herramientas que adaptan los materiales de aprendizaje a los empleados, ofreciendo contenidos de aprendizaje personalizados. Es posible encontrar soluciones que ayuden a los tutores a crear contenidos pedagógicos y objetos de aprendizaje adaptados a las capacidades y preferencias de cada estudiante. En el caso de Mui y coautores (2021), consideran que el aprendizaje adaptativo tiene como objetivo proporcionar a cada aprendiz tareas individuales específicamente adaptadas a sus fortalezas y debilidades. Bijwe y Raut (2021) analizan el aprendizaje adaptativo, una técnica para proporcionar un aprendizaje personalizado, proporcionando formas efectivas de involucrar a cada estudiante.

Tal como lo verifican Alameen & Dhupia (2019), se discute la actualización del sistema tradicional de *e-learning* a uno adaptativo. Se propone una visión general del *e-learning* adaptativo, en el que se presenta un modelo conceptual, basado en el modelo de referencia de aprendizaje adaptativo (*Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE*), con miras a diseñar un nuevo sistema. Los componentes del modelo conceptual se discuten en 5 (cinco) pasos para retratar una representación del proyecto. Los sistemas de *e-learning* adaptativos enfatizan la importancia de las diferencias individuales, incluido el modelado del entorno de aprendizaje ideal, además de buscar llenar los vacíos entre el aprendiz y el formador/tutor, ponderan Hewa & Kumara (2018).

Colchester (Almohammadi) y coautores (2017), evalúan los sistemas educativos adaptativos, internamente a las plataformas de *e-learning*, en las que se construyen en respuesta al hecho de que el proceso de aprendizaje es diferente para cada estudiante. La provisión de servicios de *e-learning* adaptativo y materiales de estudio, hechos a la medida, es un tipo de enfoque educativo que busca combinar la capacidad de comprender y detectar las necesidades específicas de una persona, en el contexto del aprendizaje, con la experiencia necesaria para utilizar la pedagogía del aprendizaje (apropiada) y mejorar el proceso de aprendizaje. En el caso de Bernard y coautores (2017), se dan cuenta de que el aprendizaje individualizado y la enseñanza adaptativa varían completamente, de muchas maneras, con una multitud de estrategias, enfoques y actividades de instrucción.

Los recomendadores adaptativos-personalizados, por su parte, representan sistemas basados en modelos pedagógicos, que pueden ofrecer un aprendizaje personalizado a cada aprendiz/aspirante, ya que una de las características es la recolección de datos de acción, en los cuales se despliega una especie de retorno que se adapta al ritmo, las necesidades y las elecciones. Khanal y coautores (2020) consideran que las RS han evolucionado significativamente desde entonces y actualmente se utilizan ampliamente para adaptar las experiencias de aprendizaje a las metas individuales de los estudiantes. Las dificultades para localizar información específica, relacionada con los materiales de aprendizaje, hicieron que los RS intentasen reducir esta complejidad, a través de sistemas adaptativos de *e-learning* y recomendaciones.

Para Pinho y coautores (2019), los mecanismos de recomendación y personalización, considerados en los estudios, fueron verificados y validados, y el detalle de la situación fue que no se encontraron estructuras que satisficieran completamente las necesidades de los contextos educativos, en cuyo caso las herramientas se necesitaban ayudas para evaluar y recomendar contenidos. De acuerdo con Otero-Cano & Pedraza-Alarcón (2020), se encontraron mecanismos de aprendizaje para hacer recomendaciones en el entorno educativo, en el que aparece que además de descubrir el estilo de aprendizaje del estudiante, es importante conocer su nivel de conocimiento, velocidad de aprendizaje y herramientas utilizadas.

Según Osadcha y coautores (2020), estiman los recomendadores como una cooperación para la formación de la trayectoria individual de educación, utilizando pruebas adaptativas para monitorear la calidad de los conocimientos adquiridos. Raj & Renumol (2022), analizan contenidos en entornos de aprendizaje adaptativos y personalizados, como métodos de recomendación, atributos de los estudiantes, métricas de evaluación, pruebas de usabilidad y aspectos cognitivos. Un sistema de aprendizaje adaptativo, según Foley (2019), consta de varias características clave, principalmente una pedagogía iterativa y dinámica, y la autonomía del aprendiz, suficiente para mantenerlos comprometidos y motivados hacia las metas.

Las observaciones de Afini Normadhi y coautores (2019), evalúan entornos de aprendizaje adaptativo que brindan información personalizada al estudiante, a través de estudios autodirigidos. Modelos de entorno de aprendizaje adaptativo, que

se pueden subdividir en: modelos de aprendizaje, modelos de dominio, modelos de instrucción y modelos adaptativos. El sistema de e-learning debe adaptarse a las necesidades del aprendiz, ya que es necesario un análisis más completo de sus características. El autor también enfatiza las técnicas de uso frecuente, que son: detección basada en computadora, que combina dos o más técnicas de Machine Learning (ML), únicas o no (es decir, híbridas), seguidas de una combinación de cuestionarios y técnicas de detección basadas en computadora.

Las observaciones de Afini Normadhi y coautores (2019), evalúan entornos de aprendizaje adaptativo que brindan información personalizada al estudiante, a través de estudios autodirigidos. Modelos de entorno de aprendizaje adaptativo, que se pueden subdividir en: modelos de aprendiz, modelos de dominio, modelos de instrucción y modelos adaptativos. El sistema de e-learning debe adaptarse a las necesidades del estudiante, ya que es necesario un análisis más completo de sus características. El autor también enfatiza las técnicas de uso frecuente, que son: detección basada en computadora, que combina dos o más técnicas de *Machine Learning* (ML), únicas o no (es decir, híbridas), seguidas de una combinación de cuestionarios y técnicas de detección basadas en computadora.

Las aplicaciones y recomendaciones de los recursos digitales, en situaciones de aprendizaje, representan los escenarios puestos a disposición a través de diferentes formas (niveles de conocimiento, habilidades, agilidad, desempeño), sobre cómo presentar dicha información para enriquecer los estudios, así como sistematizar los supuestos teóricos. para la creación de un *framework*. Según Pinho y coautores (2019), las aplicaciones en situaciones de aprendizaje como la recomendación de recursos digitales, con base en la habilidad y el desempeño (Afini Normadhi et al., 2019; Hewa & Kumara, 2018; Otero Cano & Pedraza Alarcón, 2020; Saba & Shearer, 2019; Talaghzi et al., 2020; 2021).

El modelado representativo del empleado reproduce las prácticas adaptativas en el desarrollo/personalización de las unidades de aprendizaje, con el objetivo de incrementar la calidad de la enseñanza. Los estudiantes pueden realizar un seguimiento del progreso y diseñar sus propios planes de aprendizaje, adecuado a los objetivos de aprendizaje y recursos. Los análisis de Afini Normadhi y coautores (2019) revelan la identificación de rasgos personales, más utilizados en el modelado del aprendiz y las técnicas existentes adecuadas para identificar tales rasgos personales, en las que proporciona una visión general de las características personales del aprendices. Se sugieren estudios futuros para investigar las fortalezas y debilidades, los rasgos personales que mapean el objeto de aprendizaje y los materiales seleccionados que pueden ayudar a incorporar la adaptación en el modelado del estudiante.

Tecnologías con posibilidades de recomendaciones “más útiles” representan la adopción de las numerosas tecnologías disponibles para soportar la personalización/adaptación de contenidos por perfil, caracterizando la individualidad sobre la multiplicidad de hábitos, gustos y preferencias. Según Pinho y coautores (2019) son tecnologías¹ como: NN, ML, DL, DM, AI, que tienden a permitir recomendaciones más esenciales. Srivastav y Kant (2019) enumeran las técnicas de DL que producen resultados expresivos y se utilizan para clasificación, predicciones y recomendaciones. Alahmadi y Alruwaili (2021) también comenta sobre técnicas de DL para recomendaciones de cursos o formación debido al alto rendimiento y productividad significativa de tipos especiales de algoritmos NN (Afini Normadhi et al., 2019; Bijwe & Raut, 2021; Mui et al., 2021).

¹ *Neural Networks* (NN); *Data Mining* (DM)

METODOLOGÍA A UTILIZAR (APORTAR CONFORMIDAD/INFORMES/PROTOCOLOS GARANTIZANDO BIOÉTICA/BIOSEGURIDAD SI EL TIPO DE EXPERIMENTACIÓN LO REQUIERE) (MÁXIMO 50 LÍNEAS):

De acuerdo con la estrategia adoptada para las ejecuciones de las fases del presente trabajo, se desprende que la metodología de investigación a ser aplicada es la *Design Science Research* – DSR (o DS), la cual comprende un riguroso proceso de diseño de artefactos en la solución de problemas, realización de aportes, evaluación de proyectos y comunicación de resultados (Peffer et al., 2007). En consecuencia, la presente investigación utiliza el método propuesto por Alturki y coautores (2011). El autor adopta los tres ciclos de Hevner (2004) – Rigor, Relevancia y Diseño – y así aboga por 14 (catorce) actividades. Las acciones iniciales y posteriores se detallan a continuación (Dresch et al., 2015).

La aplicación de DSR permitirá el desarrollo de un artefacto para ayudar a las corporaciones a optimizar la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje, reduciendo costos y tiempo para capacitar a los empleados. En la Tabla 1 se ilustra el objetivo de este trabajo de investigación sobre la pertinencia de la aplicabilidad de la Inteligencia Artificial en Sistemas de Recomendación, reforzados a través de Aseguramiento del Aprendizaje, orientados a la práctica adaptativa-personalizada en contextos de *e-learning* para negocios. Un mecanismo para promover la definición de atributos personalizados, que implica recomendaciones y personalizaciones de contenido por perfil, incluido el contenido de capacitación que puede recomendarse y el contenido de actividad de aprendizaje que será monitoreado, utilizando el modelo desarrollado por Alturki y coautores (Alturki et al., 2011).

Tabla 1. La organización según Alturki y coautores para la aplicación de DSR. (Alturki et al., 2011).

Actividad	Descripción
1. Documentar la idea o problema de investigación	Tras los problemas identificados, se recuerda que la idea de la investigación es la aplicación de Inteligencia Artificial en Sistemas de Recomendación, reforzada a través de Aseguramiento del Aprendizaje, en entornos personalizados de <i>e-Learning</i> .
2. Investigar y evaluar la importancia de la idea o problema	Además de los problemas enumerados, se realizará una <i>Systematic Literature Review</i> (SLR) robusta (García-Peñalvo, 2022) para verificar y comparar los trabajos realizados con la propuesta.
3. Evaluar la viabilidad de la nueva solución	Se producirá un <i>paper (position paper)</i> para evaluar y verificar la viabilidad del tema.
4. Definir el alcance de la investigación	La constitución de un <i>framework</i> de Aprendizaje Adaptativo-Personalizado, con características para el <i>e-learning</i> corporativo. Por identificar: contextos de Aprendizaje Adaptativo-Personalizado; A proyectar, métricas para los diferentes contextos (indicadores: desempeño, desarrollo, seguimiento, satisfacción y capacitación); Identificar métodos y algoritmos de Inteligencia Artificial (Afini Normadhi et al., 2019; Goasduff, 2021; Jump et al., 2021), que permitan recomendaciones de contenido; y concebir, un <i>framework</i> que explore las habilidades de los empleados.
5. Definir si es parte de la perspectiva del paradigma DS	El trabajo se adhiere a la perspectiva DS.
6. Establecer el tipo de contribución a la investigación	<p><u>Contribuciones</u></p> <p>a) Verificación de diferenciales de la AI en RS, en contextos de <i>e-learning</i> de negocios, especialmente los que pueden ser soportados por el Aseguramiento del Aprendizaje; b) Utilización de un <i>framework</i> que promueve las competencias de los estudiantes, a través del Aprendizaje Adaptativo-Personalizado para <i>e-learning</i> de negocios, reforzado por el Aseguramiento del Aprendizaje; c) Identificación de modelos analíticos de Inteligencia Artificial que producen recomendaciones de contenido de aprendizaje (LMS / LCMS), que satisfagan a las necesidades y la progresión de los aprendices; y d) Categorización de resultados del cumplimiento de Aol en AI, en contextos de <i>e-learning</i>, especialmente los que pueden ser utilizados en conjunto con los Sistemas de Recomendación, orientado para negocios. Además el proceso de Aseguramiento del Aprendizaje, que está acreditado por AACSB (2007).</p> <p><u>DSR</u></p> <p>Además, el uso de DSR para la metodología de investigación, comprende un proceso riguroso para diseñar artefactos en la resolución de problemas, hacer contribuciones, evaluar proyectos y comunicar resultados (Peffer et al., 2007) y adopción de los 3 (tres) ciclos de Hevner (2004).</p> <p><u>SLR</u></p> <p>Por fin, las búsquedas bibliográficas, que son la base de las revisiones sistemáticas. La guía para los informes SLR se basará en el trabajo de García-Peñalvo (2022), que propone un desarrollo de estados de la cuestión robustos e/o seguirá la lista de verificación PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que se centra en informar revisiones que evalúan los efectos de las intervenciones. Se puede utilizar</p>

	<p>como base para informar revisiones sistemáticas con objetivos distintos a la evaluación de intervenciones. En otros casos, se puede utilizar otra guía, o hasta mismo la directriz propuesta por Kitchenham (2004), que trae un análisis cuidadoso de la calidad de la literatura a seleccionar.</p> <p><u>Cuestiones Éticas Asociadas</u></p> <p>Sobre las cuestiones éticas asociadas en investigación, educación y sobre el uso de la AI en educación. Según la UNESCO (2021), es reconocida las repercusiones positivas y negativas profundas y dinámicas de la AI en las sociedades. Se considera que la AI debe estar al servicio de los intereses de los ciudadanos, y no al revés. Las tecnologías de la IA pueden ser de gran utilidad para la humanidad, pero que también suscitan preocupaciones éticas fundamentales (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023). En el caso de la Inteligencia Artificial en Educación (AIED), al igual que los sistemas imitan la inteligencia humana, “la AI podrá hacer parte de la respuesta a una gran cantidad de desafíos planteados al aprendizaje” (Pinto-Llorente et al., 2021). Además de las evaluaciones (una de las funcionalidades propuestas por el presente trabajo), es recordado, que si existen acciones que involucren a los usuarios, es bueno tener en cuenta las cuestiones éticas propias de la investigación. Es importante reflexionar sobre “las cuestiones éticas que inevitablemente se presentan en la investigación en educación [...], ya sea en términos de consentimiento, anonimato, privacidad y confidencialidad, o en términos de las relaciones de poder que se establecen entre investigadores y participantes, o aún en términos de riesgos y beneficios, o incluso en términos de opciones metodológicas” (Pedro, 2022). Este trabajo estará respaldado por reglas éticas en educación y principalmente en el uso de IA para recomendaciones de contenido de aprendizaje, incluidas las evaluaciones de los estudiantes, según la Guía Ética para la Investigación Educativa (Asociación Británica de Investigación Educativa, 2019).</p>
7. Definir tema/asunto	La investigación versará sobre la construcción, evaluación y demostración de un artefacto.
8. Definir requisitos	Se deben utilizar herramientas para obtener requisitos (por ejemplo, RE-Tools ((Supakkul & Chung, 2012)), incluido el editor de texto de Word y otras aplicaciones. La técnica de investigación utilizada será la entrevista, como medio de recolección de datos (cualitativos).
9. Proponer alternativas para solucionar el problema	No aplica en este punto del proyecto.
10. Explora el conocimiento existente	No aplica en este punto del proyecto.
11. Prepararse para el desarrollo y/o evaluación	El plan de desarrollo y/o evaluación debe ser elaborado en forma concurrente con la evolución del proyecto.
12. Construir	Se llevará a cabo paralelamente a la evolución del proyecto.
13. Evaluar	
Evaluación artificial	Las pruebas iniciales deben realizarse en un contexto de laboratorio, ya que el objetivo es preparar el <i>framework</i> y simular el entorno de aprendizaje para los contextos más variados.
Evaluación natural	Son necesarias otras pruebas en diferentes contextos para probar la robustez de la estructura, además de adquirir confianza en lo que se propone. Se necesitará una empresa o varias empresas reales para las pruebas de la propuesta desarrollada (recogida de datos y validación de lo que viene a aportar la investigación, con cierta distinción a los trabajos existentes, principalmente en el uso conjunto de entornos adaptativos-personalizados y Aseguramiento del Aprendizaje).
14. Comunicar resultados	Se informará a la comunidad científica a través de la publicación de <i>papers</i> .

La Justificación

El *e-learning* ha transformado la didáctica educativa, como alternativa a los procesos habituales de enseñanza-aprendizaje, aportando tendencias y metodologías que se innovan día a día, que influyen y favorecen ampliamente al sector educativo (Otero Cano & Pedraza Alarcón, 2020). Ante esta formación, el aprendizaje online se vuelve significativamente rentable para que los empleados adquieran conocimientos, permitiéndoles aprender en cualquier momento, a cualquier ritmo – según el perfil del estudiante – y desde cualquier lugar. Sin embargo, cómo configurar el contenido adecuado para las aplicaciones de aprendizaje, se convierte en una cuestión excepcional, especialmente cuando cada aprendiz tiene un perfil de aprendizaje distinto y, sorprendentemente, cuando el material de formación también debe adaptarse a este diseño (Zhong et al., 2020).

El aprendizaje adaptativo es fundamental en los sistemas de *e-learning*, en los que se busca adaptar dinámicamente los contenidos de aprendizaje para brindar una experiencia personalizada, basada en los requerimientos y habilidades del empleado. Para aumentar la efectividad, los sistemas de *e-learning* definitivamente deben comprender todos los requisitos de los estudiantes, ya que cada individuo tiene su propia metodología de trabajo, habilidades y limitaciones (Sowmya & JothiChitra, 2017). Incluso se recuerda que, en una adecuada gestión de los recursos de aprendizaje, se implementaron sistemas de recomendación en *e-learning*, para mejorar la experiencia del aprendiz. Los educadores esperan que los sistemas de recomendación puedan mejorar el proceso de aprendizaje, teniendo un impacto positivo en el aprendizaje (Souabi et al., 2021).

Son varios los desafíos encontrados, de acuerdo con el tema propuesto. Se percibe que la Inteligencia Artificial y su aplicabilidad, articulada a mecanismos de recomendación, se convierte en un fuerte candidato, capaz de resolver parte de las debilidades e inconsistencias de los recomendadores de contenidos y, por tanto, de potenciar en gran medida los entornos de *e-learning* particularizados, a través del aprendizaje adaptativo y personalizado. En conclusión, en virtud de lo anterior, se justifica realizar el presente trabajo de investigación, con el fin de poder contribuir a la mejora del proceso de aprendizaje y garantizar adecuadamente, y en particular, información confiable, útil e imprescindible al proceso de entrenamiento los empleados. Los beneficios seguramente tenderán a ser compartidos por las corporaciones, que a través de estos dispositivos en sus plataformas corporativas de *e-learning*, podrán recoger los frutos de sus inversiones.

MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES (MÁXIMO 50 LÍNEAS):

En cuanto al acceso a medios de información, como una de las alternativas, se cuenta con los recursos disponibles en las [Bibliotecas](#), portal web de recursos bibliográficos por la USAL. A su vez, toda la Información al respecto el programa de doctorado, se lo encuentra en su portal web [Doctoral Programme Education in the Knowledge Society](#) (García-Peñalvo, 2014; García Peñalvo et al., 2019).

Algunas fuentes, herramientas, pautas (*guidelines*) para el desarrollo del trabajo de investigación, relacionado con la tesis doctoral:

- Gestor de Referencias: *Mendeley, Zotero*;
- Aplicaciones: *Word, Excel, SPSS, Power Point*;
- Bases de Datos: *Scopus, Web of Science, Science Direct, ERIC, JSTOR, Google Scholar, Dialnet, Redalyc.org*;
- Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: García-Peñalvo (2022) y/o PRISMA;
- Softwares (citas, revisiones sistemáticas, metaanálisis, requisitos) (uno o más de los posibles):
 - a. Parsifal (<https://parsif.al>);
 - b. Publish or Perish (<https://harzing.com>);
 - c. EPPI-Reviewer (<http://eppi.ioe.ac.uk>);
 - d. Covidence (<https://www.covidence.org>)
 - e. DistillerSR (<https://www.evidencepartners.com>)
 - f. SUMARI (<https://sumari.jbi.global>)
 - g. Rayyan (<https://www.rayyan.ai>)
 - h. SysRev (<https://sysrev.com>)
 - i. ATLAS.ti (<https://atlasti.com>)
 - j. CADIMA (<https://www.cadima.info>)
 - k. NVivo (<https://www.qsrinternational.com/nvivo>)
 - l. MAXQDA (<https://www.maxqda.com>)
 - m. QDA Miner (<https://provalisresearch.com/products/qualitative-data-analysis-software>)
 - n. RE-Tools (https://personal.utdallas.edu/~chung/Sam_Supakkul/RE-Tools/index.html)

PLANIFICACIÓN TEMPORAL AJUSTADA A TRES AÑOS (MÁXIMO 50 LÍNEAS):

La planificación con el tiempo de desarrollo del trabajo, para efectos prácticos, se dividió en años y meses, en los que se realizarán las actividades y subactividades propuestas, conforme se detalla a continuación:

AÑO 1 (2022 – 2023)

- **Actividad 1** (octubre de 2022 a abril de 2023):
 - [1] Acciones: aplicar mejoras (sugerencia de los directores, después de la calificación), arreglar inconsistencias, validar tema, legitimar problemas y preguntas, revisar hipótesis y justificación, ratificar objetivos, comprobar la metodología y definir estrategias para proponer soluciones;
 - [2] Recopilación inicial: consultas y estudios (fuentes primarias y secundarias), y diseño de fuentes para construcción del marco teórico (Artificial Intelligence, Recommendation Systems, Assurance of Learning, Adaptive-Personalized Learning, Learning Analytics);
 - [3] Creación de los capítulos y/o subcapítulos de la tesis doctoral: Introducción y Marco Teórico (parte inicial);
 - [4] Desarrollar el artículo (o los artículos): Documento de Posición.
- **Actividad 2** (mayo de 2023 a junio de 2023):
 - [1] Acciones: realizar la Revisión Sistemática de la Literatura (continuación del marco teórico y construcción del estado de la cuestión) (García-Peñalvo, 2022);
 - [2] Recopilación final: consultas y estudios (fuentes primarias y secundarias), y diseño de fuentes para construcción del marco teórico;
 - [3] Creación del capítulo y/o subcapítulo de la tesis doctoral: Marco Teórico (parte final) y Estado del Arte;
 - [4] Desarrollar el artículo (o los artículos): Estado del Arte.
- **Actividad 3** (julio de 2023 a agosto de 2023):
 - [1] Acciones: revisar y aplicar sistemáticamente la metodología (cumplimiento de los 14 pasos de Alturki (2011));
 - [2] Desarrollar la metodología: empezar a aplicar la metodología siguiendo los pasos sugeridos (por el autor), los cuales deben repetirse según sea necesario;
 - [3] Creación del capítulo y/o subcapítulo de la tesis doctoral: Metodología de Investigación;
 - [4] Desarrollar el artículo (o los artículos): Metodología de Investigación. (Ej. DSR, Encuesta o Estudio de Caso).

AÑO 2 (2023 – 2024)

- **Actividad 4** (septiembre de 2023 a noviembre de 2023):
 - [1] Acciones: evaluar la factibilidad de la solución: definir el alcance, verificar si es Investigación de diseño, establecer el tipo de contribución y definir el tema/sujeto (construcción, evaluación y ambos);
 - [2] Realizar estudios para definición y creación de una estructura teórica (etapas, pasos, capítulos) para las partes del documento de investigación;
 - [3] Creación del capítulo y/o subcapítulo de la tesis doctoral: Estructura del Documento;
 - [4] Desarrollar el artículo (o los artículos): Metodología de Investigación. (Ej. Focus Group).
- **Actividad 5** (diciembre de 2023 a febrero de 2024):
 - [1] Acciones: realizar la elicitación de requisitos; desarrollar soluciones para procesos; mapear y analizar el negocio (objeto de estudio); preparar/actualizar la documentación con especificaciones técnicas; proceder el informe de estado a todos los involucrados. Aún, si es necesario, proponer alternativas de solución, diseñar recursos y nuevas estructuras, y explorar (al máximo) el conocimiento existente (realizar otras actividades complementarias a Design Research, que deben impactar el plazo final);
 - [2] Creación de documentación: registrar los resultados de las entrevistas en los lugares elegidos para la "aplicación de la solución propuesta";
 - [3] Creación del capítulo y/o subcapítulo de la tesis doctoral: Apéndices (según lo documentado);
 - [4] Desarrollar el artículo (o los artículos): Metodología de Investigación. (Ej. Survey).
- **Actividad 6** (marzo de 2024 a mayo de 2024):
 - [1] Acciones: preparar para el desarrollo y/o evaluación, construir la solución;
 - [2] Creación del *framework* en base a las estructuras existentes (listadas según la literatura existente), así como las especificaciones y características previstas en el proyecto, de acuerdo con los requerimientos planteados;
 - [3] Creación del capítulo y/o subcapítulo de la tesis doctoral: Modelo del Framework;

- [4] Desarrollar el artículo (o los artículos): (comprobar posibilidad/necesidad de nuevos documentos);
- [5] Otras actividades: Pasantía en el extranjero (Portugal), con el objetivo de conocer prácticas y experiencias relacionadas sobre el tema de investigación.
- **Actividad 7** (junio de 2024 a agosto de 2024):
 - [1] Acciones: evaluar (artificial y naturalmente), probar la estructura propuesta, comunicar resultados, finalizar y comunicar impresiones, analizar, elaborar conclusiones, discutir resultados y direcciones futuras. Contraste y posibles triangulaciones de resultados;
 - [2] Creación del capítulo y/o subcapítulo de la tesis doctoral: Resultados (Análisis y Discusión) y Apéndices;
 - [3] Desarrollar el artículo (o los artículos): (comprobar posibilidad/necesidad de nuevos documentos);
 - [4] Otras actividades 1: Pasantía en el extranjero (Portugal), con el objetivo de probar la estructura propuesta (en una o dos, con programas de formación de empleados implementados);
 - [5] Otras actividades 2: Pasantía en España, con el objetivo de probar la estructura propuesta (en una o dos, con programas de formación de empleados implementados).
- **Actividad 8** (septiembre de 2023 a noviembre de 2024):
 - [1] Acciones: análisis de los datos obtenidos mediante fuentes directas (software y su usabilidad) y secundarias (encuestas, análisis de contenidos, entrevistas a usuarios y especialistas), mediante software y técnicas relacionadas: estadísticos y espaciales;
 - [2] Desarrollar los análisis de los datos: empezar los análisis de los datos para los resultados de las pruebas y de las entrevistas en los lugares elegidos para la "evaluación de la solución propuesta";
 - [3] Creación del capítulo y/o subcapítulo de la tesis doctoral: Resultados (Análisis y Discusión), Conclusión, Trabajos Futuros y Apéndices;
 - a. Elaborar métricas para las etapas del proceso de aprendizaje (indicadores: desempeño, desarrollo, seguimiento, satisfacción y capacitación);
 - b. Enumerar los principales contextos de aprendizaje adaptativo y/o personalizado (LMS y LCMS) en producción, indicando las técnicas utilizadas;
 - [4] Desarrollar el artículo (o los artículos): (comprobar posibilidad/necesidad de nuevos documentos).

AÑO 3 (2024 – 2025)

- **Actividad 9** (diciembre de 2024 a mayo 2025):
 - [1] Acciones: lectura y revisión final de la tesis: estudio global del contexto y enfocados de los objetivos generales y específicos, si se cumplieron en todos los aspectos. Finalmente, los resultados de las pruebas del *framework* realizadas en laboratorio e *in loco* en las empresas;
 - [2] Revisión general: ortográfica, concordancia verbal, formateo de documentos, referencias bibliográficas, entre otros, orientados a la elaboración de la documentación final del proyecto;
 - [3] La defensa de la tesis;
 - [4] Desarrollar el artículo (o los artículos): Resultado de la Tesis Doctoral (Global).

Plan de Publicación

- **Propuesta de Trabajo** (desde diciembre de 2022):
 - [1] Position Paper, después del Plan de Investigación;
 - [2] Paper, después de la SLR (García-Peñalvo, 2022);
 - [3] Paper, después de la metodología de investigación (Ej. DSR, Encuesta o Estudio de Caso);
 - [4] Paper, después de los resultados de la aplicación de la metodología adoptada (Ej. Focus Group);
 - [5] Paper, después de los resultados de la aplicación de la metodología adoptada (Ej. Survey);
 - [6] Paper, como resultado de la tesis doctoral (Global).

Dependiendo del material a producir, la decisión se tomará en conjunto dónde publicar, de acuerdo con las necesidades y oportunidades (Conferencia, Q1, Q3, otros).

Nota: Esta propuesta de planificación puede cambiar con el tiempo, según las necesidades, con más publicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (MÁXIMO 50 LÍNEAS):

- AACSB International. (2007). AACSB Assurance of Learning Standards: An Interpretation (2013). In *AACSB White Paper* (Issue 3).
- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., & Ananthanarayanan, V. (2017). NMC Horizon Report 2017 Higher Education Edition. *The New Media Consortium*.
- Afini Normadhi, N. B., Shuib, L., Md Nasir, H. N., Bimba, A., Idris, N., & Balakrishnan, V. (2019). Identification of personal traits in adaptive learning environment: Systematic literature review. *Computers and Education*, 130, 168–190. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.005>
- Alahmadi, D., & Alruwaili, F. (2021). *Deep Learning for MOOCs Course Recommendation Systems: State of the Art Survey*.
- Alameen, A., & Dhupia, B. (2019). Implementing Adaptive e-Learning Conceptual Model: A Survey and Comparison with Open Source LMS. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(21), 28–45. <https://www.learntechlib.org/p/217206>
- Alomair, Y., & Hammami, S. (2020). A Review of Methods for Adaptive Gamified Learning Environments. *2020 3rd International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCAIS48893.2020.9096871>
- Alturki, A., Gable, G. G., & Bandara, W. (2011). A design science research roadmap. In H. Jain, A. P. Sinha, & P. Vitharana (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 6629 LNCS* (pp. 107–123). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20633-7_8
- Anton, C., & Shikov, A. (2018). The method of personalized corporate e-learning based on personal traits of employees. *Procedia Computer Science*, 136, 511–521. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2018.08.253>
- Asociación Británica de Investigación Educativa. (2019). *British Educational Research Association (BERA)* (L. Rivera Otero & R. Casado-Muñoz (trans.); 4th ed.). BERA.
- Bell, D. (1976). The Coming of the Post-Industrial Society. *The Educational Forum*, 40(4), 574–579. <https://doi.org/10.1080/00131727609336501>
- Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Waddington, D. I., & Pickup, D. (2017). Protocol for a systematic review: 21st century adaptive teaching and individualized learning operationalized as specific blends of student-centered instructional events: a systematic review and meta-analysis. *Campbell Systematic Reviews*, 13(1), 1–24. <https://doi.org/10.1002/cl2.180>
- Bijwe, R. P., & Raut, A. B. (2021). A Survey of Adaptive Learning with Predictive Analytics to improve Students Learning. *Bulletin Monumental*, 22(1), 9–14.
- Colchester, K., Hagraas, H., Alghazzawi, D., & Aldabbagh, G. (2017). A Survey of Artificial Intelligence Techniques Employed for Adaptive Educational Systems within E-Learning Platforms. *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, 7(1), 47–64. <https://doi.org/10.1515/jaiscr-2017-0004>
- Desai, V. P., Oza, K. S., & Kamat, R. K. (2019). A Review on Implementation of Ann And Fuzzy System for Personalized e-Learning. *International Journal of Advance and Innovative Research*, 6(1 (XXVIII)), 68–73.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Júnior, J. A. V. A. (2015). *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman Editora.
- Flores-Vivar, J.-M., & García-Peñalvo, F.-J. (2023). Reflections on the ethics, potential, and challenges of artificial intelligence in the framework of quality education (SDG4). *Comunicar*, 31(74). <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Foley, P. (2019). [Book Reviews] Transactional Distance and Adaptive Learning, Planning for the Future of Higher Education. *Journal of Interactive Media in Education*, 2019(1). <https://doi.org/10.5334/jime.542>
- Gahier, A. K., & Gujral, S. K. (2021). Cross Domain Recommendation Systems using Deep Learning: A Systematic Literature Review. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3884919>
- García-Peñalvo, F. J. (2014). Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar. *Teoría de La Educación. Educación y Cultura En La Sociedad de La Información*, 15(1), 4–9.
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones Sistemáticas de Literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23, e28600. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>
- García Peñalvo, F. J., Rodríguez Conde, M. J., Verdugo Castro, S., & García Holgado, A. (2019). Portal del Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento. In *Buenas Prácticas en Calidad de la Universidad de Salamanca: recopilación de las I Jornadas Recopilación de las I Jornadas* (pp. 39–40). Ediciones Universidad de Salamanca. <https://doi.org/10.14201/OAQ02843940>
- George, G., & Lal, A. M. (2019). Review of ontology-based recommender systems in e-learning. *Computers & Education*, 142, 103642. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103642>
- Goasduff, L. (2021, September 21). *The 4 Trends That Prevail on the Gartner Hype Cycle for AI, 2021*. Gartner, Inc. <https://www.gartner.com/en/articles/the-4-trends-that-prevail-on-the-gartner-hype-cycle-for-ai-2021>
- Gogo, K. O., Nderu, L., Mutua, S. M., Chuka, K., Juja, K., & Meru, K. (2020). Context Aware Recommender Systems and

- Techniques in offering Smart Learning: A Survey and Future work. ACSE.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 28(1), 75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Hewa, K. G., & Kumara, P. P. N. V. (2018). *Artificial Intelligence Approaches For Improved Adaptability in an Adaptive E-Learning Environment: a Review*. 2012–2015. <http://ir.kdu.ac.lk/handle/345/2496>
- Jannach, D., & Zanker, M. (2022). Value and Impact of Recommender Systems. In *Recommender Systems Handbook* (pp. 519–546). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2197-4_14
- Jump, A., Goodness, E., Hare, J., Woodward, A., Brethenoux, E., Casey, D., Reynolds, M., Sicular, S., Hunter, E., Davenport, J., & Priestley, A. (2021, September 21). *Emerging Technologies and Trends Impact Radar: Artificial Intelligence, 2021*. Gartner, Inc. <https://www.gartner.com/en/documents/4006010>
- Khanal, S. S., Prasad, P. W. C., Alsadoon, A., & Maag, A. (2020). A systematic review: machine learning based recommendation systems for e-learning. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2635–2664. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10063-9>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews, Version 1.0. In *Empirical Software Engineering* (Vol. 33, Issue 2004). https://www.researchgate.net/profile/Barbara-Kitchenham/publication/228756057_Procedures_for_Performing_Systematic_Reviews/links/618cfae961f09877207f8471/Procedures-for-Performing-Systematic-Reviews.pdf
- Lorman Team. (2020, January 10). *Adaptive Learning vs. Personalized Learning*. The Lorman Blog. <https://www.lorman.com/blog/post/adaptive-learning-vs-personalized-learning>
- Mui, J., Lin, F., & Dewan, M. A. A. (2021). *Multi-armed Bandit Algorithms for Adaptive Learning: A Survey* (pp. 273–278). https://doi.org/10.1007/978-3-030-78270-2_49
- Osadcha, K., Osadchyi, V., Semerikov, S., Chemerys, H., & Chorna, A. (2020). *The review of the adaptive learning systems for the formation of individual educational trajectory*.
- Otero Cano, P. A., & Pedraza Alarcón, E. C. (2020). Recommendation Systems in Education: A review of Recommendation Mechanisms in E-learning Environments. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 20(38), 147–158. <https://doi.org/10.22395/rium.v20n38a9>
- Pedro, A. (2022). *Ética na investigação em educação: contributos da filosofia para (um)a formação ética dos investigadores em educação*. Editora Fi. <https://doi.org/10.22350/9786559173969>
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Peng, H., Ma, S., & Spector, J. M. (2019). Personalized Adaptive Learning: An Emerging Pedagogical Approach Enabled by a Smart Learning Environment. In *Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 171–176). https://doi.org/10.1007/978-981-13-6908-7_24
- Pinho, P. C. R., Barwaldt, R., Espindola, D., Torres, M., Pias, M., Topin, L., Borba, A., & Oliveira, M. (2019). Developments in Educational Recommendation Systems: A systematic review. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2019- Octob*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028466>
- Pinto-Llorente, A. M., Mouta, A., & Torrecilla-Sánchez, E. M. (2021). *Ética en inteligencia artificial en educación y sentido de agencia*.
- Pugliese, L. (2016, October 17). *Adaptive Learning Systems: Surviving the Storm*. EDUCAUSE. <https://er.educause.edu/articles/2016/10/adaptive-learning-systems-surviving-the-storm>
- Raj, N. S., & Renumol, V. G. (2022). A systematic literature review on adaptive content recommenders in personalized learning environments from 2015 to 2020. *Journal of Computers in Education*, 9(1), 113–148. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00199-4>
- Saba, F., & Shearer, R. L. (2019). Book Review: Transactional Distance and Adaptive Learning. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(3). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i3.4513>
- Samoylenko, N., Zharko, L., & Glotova, A. (2021). Designing Online Learning Environment: ICT Tools and Teaching Strategies. *Athens Journal of Education*, 9(1), 49–62. <https://doi.org/10.30958/aje.9-1-4>
- Souabi, S., Retbi, A., Idrissi, M. K., & Bennani, S. (2021). Recommendation systems on e-learning and social learning: A systematic review. *Electronic Journal of E-Learning*, 19(5), 432–451. <https://doi.org/10.34190/ejel.19.5.2482>
- Sowmya, J., & JothiChitra, R. (2017). A survey on adaptive learning authoring tools. *2017 IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering (ICPCSI)*, 1707–1709. <https://doi.org/10.1109/ICPCSI.2017.8392005>
- Srivastav, G., & Kant, S. (2019). Review on e-Learning Environment Development and context aware recommendation systems using Deep Learning. *2019 3rd International Conference on Recent Developments in Control, Automation & Power*

- Engineering (RDCAPE)*, 615–621. <https://doi.org/10.1109/RDCAPE47089.2019.8979066>
- Supakkul, S., & Chung, L. (2012). The RE-Tools: A multi-notational requirements modeling toolkit. *2012 20th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE)*, 333–334. <https://doi.org/10.1109/RE.2012.6345831>
- Talaghzi, J., Bennane, A., Himmi, M. M., Bellafkih, M., & Benomar, A. (2020). Online adaptive learning: A review of literature. *ACM International Conference Proceeding Series*, 115–120. <https://doi.org/10.1145/3419604.3419759>
- U.S. Department of Education. (2017). Reimagining the Role of Technology in Education: 2017 National Education Technology Plan Update. In *Office of Educational Technology*. <http://tech.ed.gov>.
- United Nations (UNESCO). (2021). Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial. *Actas de La Conferencia General*, 1(41), 1–178. <https://www.unesco.org/es/legal-affairs/recommendation-ethics-artificial-intelligence>
- Waters, J. K. (2014, April 16). *The Great Adaptive Learning Experiment*. Campus Technology. <https://campustechnology.com/articles/2014/04/16/the-great-adaptive-learning-experiment.aspx>
- Wong, B. T. M., & Li, K. C. (2021). The Benefits and Challenges of Smart Learning: A Literature Review. *Proceedings - 2021 International Symposium on Educational Technology, ISET 2021*, 161–164. <https://doi.org/10.1109/ISET52350.2021.00041>
- Zhang, Q., Lu, J., & Jin, Y. (2021). Artificial intelligence in recommender systems. *Complex & Intelligent Systems*, 7(1), 439–457. <https://doi.org/10.1007/s40747-020-00212-w>
- Zhong, L., Wei, Y., Yao, H., Deng, W., Wang, Z., & Tong, M. (2020). Review of Deep Learning-Based Personalized Learning Recommendation. *Proceedings of the 2020 11th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning*, 145–149. <https://doi.org/10.1145/3377571.3377587>
- Zhu, Y., Nie, Z., Zhang, S., & Chen, S. (2011). Analysis on Research Framework of Corporate E-learning. *Procedia Environmental Sciences*, 11(PART A), 525–529. <https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2011.12.083>

Inteligencia Artificial y la aplicabilidad en Sistemas de Recomendación: la práctica sistemática de Aseguramiento del Aprendizaje en contextos adaptativos-personalizados de e-Learning

Resumen. Los ambientes de aprendizaje indudablemente mejoran las condiciones para que los aprendices desarrollen sus procesos pedagógicos y científicos de manera eficiente y efectiva. Se considera que, al no tener condiciones de autonomía en la rutina que sustenta los estudios y, en consecuencia, no tener garantías de los aprendizajes realizados, hace que los aprendices experimenten lagunas en el dominio de los materiales adecuados a sus necesidades reales. El objetivo del trabajo es presentar la pertinencia de la aplicabilidad de la Inteligencia Artificial en Sistemas de Recomendación, reforzada a través de Aseguramiento del Aprendizaje, orientada al educación adaptativa-personalizada, en contextos de e-learning de negocios. La metodología de investigación que subyace al trabajo recayó en *Design Science Research*, por considerarse adecuada para sustentar la investigación, dada la necesidad de realizar las fases de concepción, desarrollo, construcción, evaluación, validación del artefacto y, finalmente, comunicación de los resultados. Los principales resultados subyacentes impulsan el desarrollo de un *framework* de Aprendizaje Adaptativo-Personalizado para el e-learning corporativo, provisto de modelos (métodos y algoritmos) de Inteligencia Artificial y guiado mediante el uso del proceso de Aseguramiento del Aprendizaje. Se vuelve esencial que los aprendices puedan beneficiarse de un desarrollo académico adecuado. En este sentido, el *framework* tiene una estructura implícita que promueve la definición de atributos personalizados, lo que implica recomendaciones y personalizaciones de contenido por perfil, incluyendo contenidos de formación que pueden ser recomendados y contenidos de actividades de aprendizaje que serán monitoreados continuamente, en vista de necesidades específicas de los aprendices.

Palabras clave. Inteligencia Artificial, Sistemas de Recomendación, Aseguramiento del Aprendizaje, Aprendizaje Adaptativo-Personalizado, Análisis del Aprendizaje.

Archivo Adjunto - Modelo Propuesto

La Figura 1 muestra el borrador del modelo en desarrollo, que demuestra el flujo de acciones a emprender implícito en el proceso de aprendizaje.

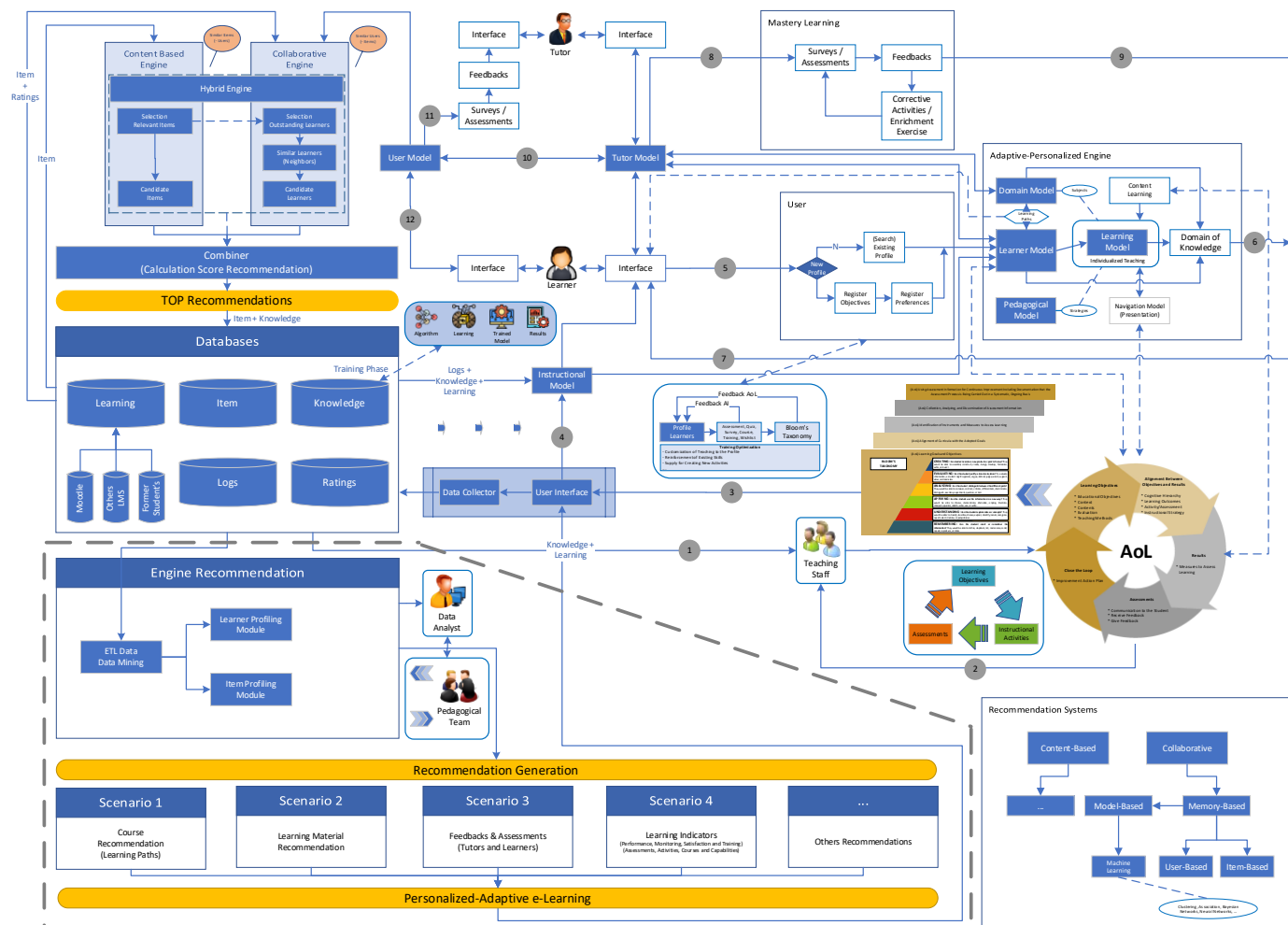


Fig. 1. El modelo propuesto de e-learning corporativo se basa en las siguientes soluciones y/o frameworks: Bourkoku & Bachari (2018); Fazazi et al. (2018); Jiang et al. (2020); Joy & Pillai (2022); Ko et al. (2022); Nurjanah (2016); Zhang et al. (2022).

El proceso de aprendizaje, que se muestra en la Figura 1, enfatiza el mecanismo adaptativo-personalizado, dadas las necesidades y limitaciones específicas de cada alumno. Se consideran todos los valores añadidos implícitos en el modelo, permitiendo una enseñanza más ajustable e individualizada a la trayectoria académica, relacionada con el contexto de formación.