



Propuesta de un sistema inteligente de aprendizaje adaptativo para optimizar la formación corporativa e-learning en un grupo educativo

Trabajo fin de estudio presentado por:	Roberto González Valerio Alejandro Adriaque Lozano
Tipo de trabajo:	TFM-Inteligencia Artificial
Director/a:	Deidy Gutiérrez Niño
Fecha:	26 marzo de 2026

Índice

1	Resumen.....	3
2	Abstract	3
3	Introducción	5
3.1	Objetivo General	6
3.2	Objetivos Específicos.....	6
3.3	Metodología.....	6
3.3.1	Identificación y Análisis del Problema	6
3.3.2	Planificación de la Solución	7
4	Identificación y descripción un problema al interior de la organización	8
4.1	Descripción de la empresa a intervenir	8
4.1.1	Misión.....	8
4.1.2	Visión	9
4.1.3	Mapa de procesos.....	9
4.1.4	Descripción del proceso a intervenir	10
4.1.5	Descripción del problema que presenta el proceso	11
5	Establecimiento de planes de acción para la solución del problema.....	13
5.1	Establecimiento de objetivos	13
5.2	Descripción de la solución	14
5.3	Secuencia de actividades para ejecución de la solución	14
5.4	Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución	19
6	Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos	21
6.1	Alcance final de la solución	21
6.2	Identificación de responsables de las actividades para ejecución.....	22
6.3	Cronograma de ejecución.....	24
6.4	Presupuesto	26
7	Referencias bibliográficas	30

1 Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un ecosistema de aprendizaje adaptativo basado en inteligencia artificial para transformar el proceso de formación corporativa e-learning de un Grupo Educativo español, permitiendo personalizar la experiencia formativa de cada participante y vincular los resultados de la formación con los indicadores clave de rendimiento de las empresas-cliente. La propuesta surge debido a la necesidad de resolver un problema estructural identificado en la formación B2B: la desconexión entre la inversión en capacitación y su impacto tangible en la productividad empresarial, causada por la uniformidad de los contenidos, la ausencia de seguimiento individualizado y la limitación de las métricas de evaluación a indicadores superficiales como horas de asistencia o tasas de finalización.

La metodología empleada es la investigación-acción, que facilitó la colaboración continua entre el equipo de estudiantes y el docente asesor, permitiendo un enfoque sistemático estructurado en tres etapas: identificación y análisis del problema mediante comunicación permanente con clientes corporativos, planificación de la solución con objetivos específicos y actividades concretas, y definición del alcance con asignación de responsables, cronograma y presupuesto.

Dentro de los principales resultados se destacan el diseño completo de dos agentes de inteligencia artificial complementarios (ANIAT para nivelación y tutorización adaptativa, y AAC para análisis conductual por vídeo), la especificación de su integración LTI con Moodle, el desarrollo de paneles de administración y seguimiento, y la planificación de un piloto con métricas cuantificables vinculadas a KPIs de negocio, todo ello con un presupuesto de 89.400 EUR ejecutable en ocho meses, llevándonos a concluir que la solución propuesta transforma radicalmente el modelo formativo actual, pasando de una experiencia lineal y uniforme a un sistema dinámico, personalizado y medible que responde directamente al problema identificado y posiciona al Grupo Educativo como referente en formación corporativa adaptativa.

Palabras clave: aprendizaje adaptativo, e-learning corporativo, formación corporativa, inteligencia artificial, personalización del aprendizaje.

2 Abstract

The present research work aims to design an adaptive learning ecosystem based on artificial intelligence to transform the corporate e-learning training process of a Spanish Educational Group, enabling the personalization of each participant's learning experience and linking training results with client companies' key performance indicators. The proposal arises from the need to address a structural problem identified in B2B training: the disconnect between investment in training and its tangible impact on

business productivity, caused by content uniformity, absence of individualized tracking, and limitation of evaluation metrics to superficial indicators such as attendance hours or completion rates.

The methodology employed is action research, which facilitated continuous collaboration between the student team and the advising professor, allowing for a systematic approach structured in three stages: identification and analysis of the problem through ongoing communication with corporate clients, solution planning with specific objectives and concrete activities, and scope definition with assignment of responsibilities, timeline, and budget.

Among the main results, the complete design of two complementary artificial intelligence agents stands out (ANIAT for adaptive leveling and tutoring, and AAC for behavioral video analysis), the specification of their LTI integration with Moodle, the development of administration and monitoring dashboards, and the planning of a pilot with quantifiable metrics linked to business KPIs, all with a budget of 89,400 EUR executable in eight months, leading us to conclude that the proposed solution radically transforms the current training model, moving from a linear and uniform experience to a dynamic, personalized, and measurable system that directly addresses the identified problem and positions the Educational Group as a benchmark in adaptive corporate training.

Keywords: adaptative learning, corporative e-learning, corporative formation, artificial intelligence, personalized learning

3 Introducción

Este proyecto de aplicación en investigación-acción se centra en la identificación y resolución de un problema estructural en la formación corporativa: la desconexión entre la inversión en capacitación y su impacto tangible en la productividad y los resultados de negocio. Las empresas invierten cuantiosos recursos en formar a sus empleados, pero a menudo se encuentran con que los modelos formativos tradicionales no logran generar un retorno de inversión (ROI) claro y demostrable.

Esta ineficiencia se debe, en gran medida, a una crisis de métricas superficiales, como bien analiza Suárez (2025)¹, quien señala que indicadores como las horas de asistencia o las tasas de finalización resultan insuficientes para justificar la inversión ante la dirección empresarial. Todo el sector industrial, un mercado mundial de más de 400.000 millones de dólares, se enfrenta a este mismo reto. El estudio de Bersin (2026)² corrobora que las plataformas tradicionales de formación no logran evidenciar un efecto cuantificable en el rendimiento laboral, lo cual enfatiza la necesidad urgente de una transformación. Este escenario requiere un cambio de modelo, pasando de un entrenamiento estático a uno de "habilitación dinámica" propulsado por inteligencia artificial. Este nuevo enfoque debe ser predecible y medible, y sus indicadores deben estar relacionados directamente con los KPIs comerciales de la compañía.

La respuesta a este desafío consiste en volver a diseñar la experiencia de formación para que sea verdaderamente personalizada y adecuada al entorno laboral. Chacko y Cox (2025)³ contribuyen con un marco teórico esencial para esta labor, sugiriendo que se incorporen experiencias de aprendizaje "enfocadas en la persona" a través del microaprendizaje "justo a tiempo" en el flujo de trabajo mismo. Alegan que los sistemas tradicionales, al no ajustarse a las demandas de cada persona, obstaculizan la actividad laboral. En cambio, la personalización promovida por la inteligencia artificial posibilita crear rutas de aprendizaje que se incorporen de manera natural en el horario laboral, lo cual maximiza la retención del conocimiento y su transferencia efectiva al lugar de trabajo.

Un grupo educativo con una vertical de negocio dedicada a la formación B2B, consciente de las deficiencias del mercado, identificó este problema y buscaba una solución innovadora para cumplir con los requerimientos de sus clientes corporativos. De esta manera, este proyecto posibilita la combinación de la teoría presentada con la práctica en un ambiente real. A través de una metodología de investigación-acción, se han cultivado competencias para el diagnóstico, análisis y planificación con el objetivo de sugerir una solución viable que satisfaga las necesidades de la organización y mejore su rendimiento, basándose en los principios del aprendizaje en el flujo de trabajo y de la habilitación dinámica.

3.1 Objetivo General

El objetivo principal del proyecto fue desarrollar una solución operativa al problema descrito anteriormente, dentro del proceso de formación B2B que el Grupo Educativo ofrecía a sus clientes corporativos. La intervención se orientó no solo a corregir el problema identificado, sino también a proporcionar una propuesta sostenible que pudiera integrarse a la estructura de la organización, elevando los niveles de eficiencia y alcanzando los estándares de desempeño requeridos en el proceso intervenido.

3.2 Objetivos Específicos

Para cumplir con el objetivo general, se establecieron tres objetivos específicos:

1. Realizar una identificación detallada del problema en su contexto organizacional, determinando causas raíz y evaluando su impacto en el desempeño general del proceso.
2. Diseñar un plan de acción estructurado con objetivos claros, actividades específicas y recursos definidos para la ejecución de la solución.
3. Establecer el alcance de la intervención, definiendo responsables, cronograma y presupuesto, para asegurar que la implementación sea organizada y efectiva.

3.3 Metodología

El proyecto se desarrolló mediante la metodología de investigación-acción, la cual facilitó la colaboración continua entre el equipo de estudiantes y docente asesor. Esta metodología permitió un enfoque sistemático para identificar problemas, formular hipótesis y aplicar soluciones en un contexto real, ajustando las estrategias conforme se avanzaba en el proyecto. La investigación-acción proporcionó un marco flexible y participativo para ejecutar el proyecto de manera estructurada, generando una intervención bien fundamentada y con alto potencial de impacto.

El desarrollo del proyecto se estructuró en tres etapas secuenciales, cada una de las cuales abordó un aspecto específico de la intervención. En la primera etapa, se identificó y analizó el problema organizacional, incluyendo una descripción detallada de la organización, su misión, visión y el proceso específico afectado. La segunda etapa se centró en la planificación de la solución, estableciendo objetivos y actividades concretas para abordar el problema. En la tercera fase, se definieron aspectos operativos como el cronograma, el presupuesto y la asignación de roles.

3.3.1 Identificación y Análisis del Problema

En la primera etapa, se realizó un análisis exhaustivo de la organización y del contexto en el cual se desarrolla el proceso afectado. Se documentó el problema identificando sus causas raíz, efectos y puntos críticos que afectaban el desempeño del proceso.

Este diagnóstico inicial fue esencial para estructurar la solución y asegurar que la intervención respondiera de manera precisa a las necesidades de la organización.

El método usado en el diagnóstico fue la comunicación permanente con los principales clientes corporativos del Grupo Educativo, plasmado en diferentes entrevistas y reuniones presenciales que permitió un diálogo crítico y enriquecedor. Estas entrevistas surgían del proceso natural de seguimiento de los proyectos procesos formativos que se ponían en marcha, tanto de forma presencial como en modalidad e-learning.

Por lo tanto, la clave fue la estrecha colaboración con los responsables de formación de las diversas empresas-cliente que permitió detectar un patrón que dio pie a la ideación de la solución.

3.3.2 Planificación de la Solución

En la segunda etapa, se desarrolló un plan de acción detallado que incluyó la definición de objetivos específicos y una secuencia de actividades que permitiría mitigar o resolver el problema identificado. Esta fase incluyó el diseño de una estrategia de ejecución organizada y estructurada que facilitara el logro de los objetivos propuestos y maximizara la eficiencia del proceso intervenido. La planificación detallada de actividades y recursos fue clave para asegurar una implementación precisa y efectiva.

3.3.2.1 Definición de Alcance y Recursos

La tercera etapa se enfocó en delimitar el alcance de la intervención y los recursos necesarios. Se establecieron responsables para cada actividad, y se elaboró un cronograma de ejecución para controlar el avance de la implementación. Asimismo, se desarrolló un presupuesto que detalló los costos asociados a cada fase, permitiendo optimizar la asignación de recursos. Esta fase aseguró que todas las variables críticas estuvieran alineadas para una ejecución sin interrupciones.

4 Identificación y descripción un problema al interior de la organización

El proceso de formación corporativa B2B del Grupo Educativo presenta un problema estructural que afecta directamente a la satisfacción de sus clientes empresariales y, en consecuencia, a la sostenibilidad de esta línea de negocio. El problema se centra en la formación bajo modalidad e-learning, pues no permite garantizar una mejora tangible en los indicadores clave de rendimiento (KPIs) de negocio de la empresa cliente.

El problema se manifiesta en tres dimensiones interrelacionadas. En primer lugar, la formación se imparte de manera uniforme a todos los participantes, sin considerar el nivel de competencia previo de cada profesional, lo que genera redundancias para unos y lagunas para otros. En segundo lugar, no existe un mecanismo de seguimiento individualizado que permita detectar y remediar en tiempo real los gaps de conocimiento que surgen durante el proceso formativo. En tercer lugar, la evaluación se limita a métricas superficiales como las horas de asistencia o las tasas de finalización, que no reflejan la adquisición efectiva de competencias ni su transferencia al puesto de trabajo.

Esta situación genera un círculo vicioso: las empresas-cliente perciben un retorno insuficiente de su inversión en formación, lo que erosiona su confianza en el Grupo Educativo como proveedor y dificulta la renovación de contratos.

4.1 Descripción de la empresa a intervenir

El Grupo Educativo que detecta el problema y lo desea intervenir para hacerse referente en el mercado de la formación B2B tiene sede en A Coruña (Galicia- España). Funciona como un ecosistema educativo integral que conecta el mundo académico con las necesidades del tejido empresarial, así como desarrolla formación corporativa *ad-hoc* para empresas según sus necesidades organizativas y de negocio.

Su principal seña de identidad es la aplicación de un modelo eminentemente práctico y orientado a la empresa, por lo que cuenta con un claustro de profesores formado por directivos y profesionales en activo.

4.1.1 Misión

Formar profesionales que deseen ser el motor de crecimiento, con una visión global y preparados para afrontar retos a lo largo de toda su carrera profesional en cualquier ámbito.

A efectos prácticos, esta misión se traduce en tres elementos clave que debe guiar la formación:

- **Motor de crecimiento:** se trata de forjar agentes de cambio que aporten valor inmediato, liderazgo y rentabilidad a las empresas que los contratan.
- **Adaptabilidad y resiliencia:** en un mercado laboral tan volátil (entorno VUCA), es esencial que los profesionales sepan pensar estratégicamente y tengan la capacidad de adaptarse a las disrupciones.
- **Perspectiva global:** los profesionales deben estar preparados para competir en mercados internacionales.

4.1.2 Visión

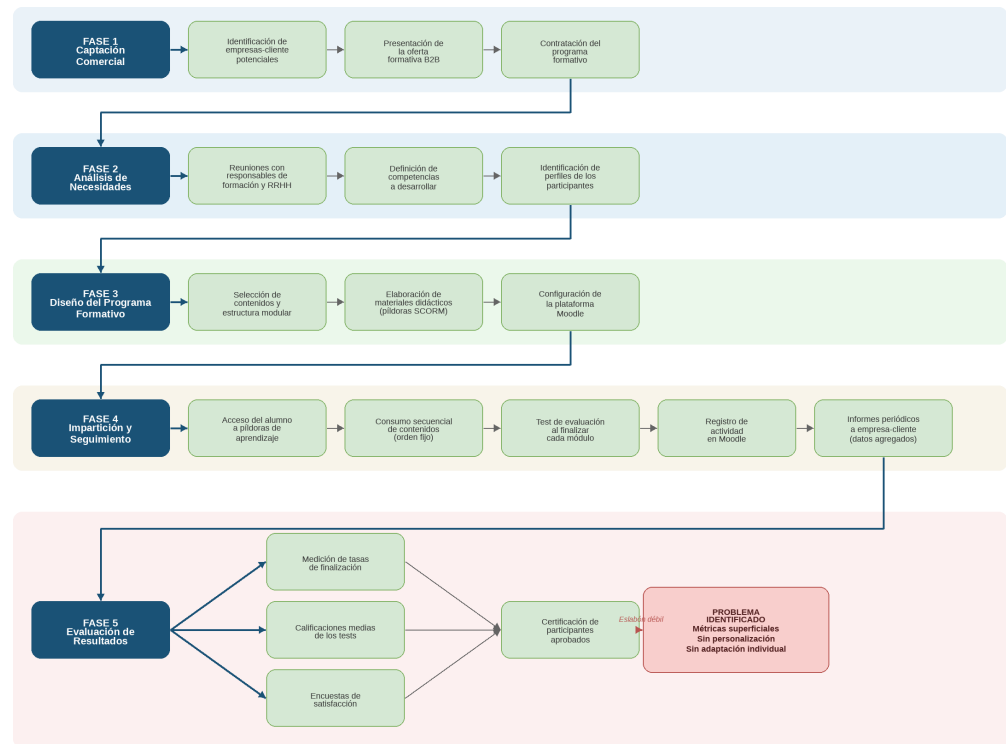
Consolidarse como el ecosistema educativo líder y motor de innovación en el noroeste de España, actuando como el puente definitivo que conecte el talento con las necesidades reales del tejido empresarial, guiando la transformación digital de las organizaciones y garantizando el éxito profesional de sus alumnos.

4.1.3 Mapa de procesos

El Grupo Educativo estructura su actividad de formación corporativa B2B a través de un proceso que abarca desde la captación del cliente empresarial hasta la entrega y evaluación del programa formativo. Este proceso se articula en cinco fases principales: captación comercial, análisis de necesidades, diseño del programa formativo, impartición y seguimiento, y evaluación de resultados.

Es importante señalar que, en el modelo actual, la evaluación de resultados constituye el eslabón más débil de la cadena. Los informes generados se basan en datos cuantitativos agregados (porcentaje de finalización, nota media de los tests, etc.) que no permiten valorar la adquisición real de competencia a nivel individual, ni su impacto en el desempeño laboral del profesional formado.

Ilustración 1. Mapa de procesos



Fuente: Creación propia

4.1.4 Descripción del proceso a intervenir

El proceso objeto de intervención es el ciclo completo de formación corporativa e-learning que el Grupo Educativo ofrece a sus clientes empresariales a través de su plataforma Moodle. Este proceso se inicia cuando la empresa-cliente contrata un programa formativo para un grupo de empleados y concluye con la certificación de los participantes que superan las evaluaciones finales. Durante este ciclo, los alumnos acceden a los contenidos formativos organizados en píldoras de aprendizaje (learning pills) en formato SCORM, que cubren las competencias definidas en el análisis de necesidades previo.

El proceso formativo sigue una secuencia lineal e idéntica para todos los participantes: el alumno consume las píldoras de aprendizaje en el orden establecido, realiza un test de evaluación al finalizar cada módulo y, al completar la totalidad del programa,

obtiene su certificación. El seguimiento se realiza mediante el registro de actividad de Moodle, que permite verificar qué contenidos ha consumido cada alumno y qué calificaciones ha obtenido en los tests. Los responsables de formación de la empresa-cliente reciben informes periódicos con datos agregados de participación y tasas de finalización. Este modelo, aunque operativamente funcional, no incorpora mecanismos de personalización ni de adaptación al nivel individual de cada participante, lo que constituye la raíz del problema que se pretende resolver.

4.1.5 Descripción del problema que presenta el proceso

El problema central que presenta el proceso descrito es la ausencia de individualización y adaptabilidad en la experiencia formativa. Todos los participantes de un programa reciben exactamente los mismos contenidos, en el mismo orden y con el mismo nivel de profundidad, independientemente de su nivel previo de competencia. Un profesional con experiencia avanzada en determinadas áreas se ve obligado a consumir contenidos que ya domina, mientras que otro con carencias significativas no recibe refuerzo adicional en los conceptos que no ha logrado asimilar. Esta uniformidad genera desmotivación en los primeros y frustración en los segundos, reduciendo la eficacia global del programa.

Adicionalmente, el sistema de evaluación actual se limita a medir si el alumno ha superado o no un test al final de cada módulo, sin capacidad para detectar gaps específicos de conocimiento, realizar un seguimiento longitudinal de la evolución de cada competencia ni ofrecer feedback personalizado con recursos de remediación. Las métricas que se reportan a las empresas-cliente (horas de conexión, tasas de finalización, calificaciones medias) resultan insuficientes para demostrar el impacto real de la formación en el desempeño profesional. Como consecuencia, los responsables de formación de las empresas-cliente encuentran dificultades para justificar ante la dirección el retorno de la inversión realizada, lo que pone en riesgo la continuidad de los contratos con el Grupo Educativo y la viabilidad de su línea de negocio B2B.

Para detectar y evidenciar el problema de manera estructurada, se realizó un análisis DAFO del proceso de formación corporativa e-learning actual. Este análisis permitió identificar las debilidades y amenazas que confirman la existencia del problema, así como las fortalezas y oportunidades que fundamentan la viabilidad de una intervención basada en inteligencia artificial.

	Factores positivos	Factores negativos
Origen interno	FORTALEZAS - Experiencia consolidada en formación corporativa B2B - Infraestructura tecnológica existente (plataforma Moodle operativa)	DEBILIDADES - Formación uniforme sin adaptación al nivel previo del participante - Evaluación limitada a tests de superación sin seguimiento longitudinal

	• Claustro de profesores formado por profesionales en activo • Relación directa y continua con los responsables de formación de las empresas-cliente	• Métricas superficiales (horas, tasas de finalización) que no miden impacto real • Ausencia de feedback personalizado y recursos de remediación
Origen externo	OPORTUNIDADES • Disponibilidad de tecnologías de IA para personalización del aprendizaje • Demanda creciente de formación corporativa individualizada y medible • Posibilidad de diferenciación competitiva como referente en formación adaptativa • Vinculación directa de indicadores formativos con KPIs de negocio	AMENAZAS • Erosión de la confianza de las empresas-cliente por ROI no demostrable • Riesgo de no renovación de contratos B2B • Competidores que adoptan soluciones de aprendizaje adaptativo con IA • Creciente exigencia del mercado por formación basada en evidencias de impacto

Tabla 1. Análisis DAFO del proceso de formación corporativa e-learning. Fuente: Creación propia.

5 Establecimiento de planes de acción para la solución del problema

A partir del diagnóstico realizado en la fase anterior, en la que se identificó la ausencia de individualización y adaptabilidad como problema central del proceso de formación corporativa e-learning del Grupo Educativo, se procedió a establecer un plan de acción orientado a diseñar una solución integral basada en inteligencia artificial. Este plan se estructura en cuatro componentes: la definición de objetivos claros y medibles, la descripción detallada de la solución propuesta, la secuencia de actividades necesarias para su ejecución y la identificación de los recursos requeridos.

Cada componente se alinea con las causas raíz del problema detectado y se orienta a transformar el modelo formativo actual en un ecosistema de aprendizaje adaptativo capaz de personalizar la experiencia de cada participante y de vincular los resultados formativos con los indicadores de negocio de las empresas-cliente.

5.1 Establecimiento de objetivos

Los objetivos que se presentan a continuación fueron formulados para guiar el diseño de la solución al problema identificado. El objetivo general define el alcance global de la propuesta, mientras que los objetivos específicos desglosan las acciones concretas que permiten alcanzarlo de manera estructurada y medible.

- **Objetivo general:**
Diseñar un ecosistema de aprendizaje adaptativo basado en inteligencia artificial, compuesto por los agentes ANIAT y AAC e integrado como herramienta LTI 1.3 en la plataforma Moodle del Grupo Educativo, que permita personalizar la experiencia formativa e-learning de cada participante en los programas B2B, realizar un seguimiento individualizado de su progreso en al menos el 100 % de las competencias de cada curso y vincular los resultados de la formación con los KPIs de negocio de las empresas-cliente en un plazo de 12 meses desde el inicio del proyecto.
- **Objetivos específicos**
 - Diseñar, durante el primer mes del proyecto, la arquitectura funcional completa del agente ANIAT, especificando la estructura de sus 4 bases de conocimiento (banco de preguntas, banco de recursos de apoyo, perfil de competencias del alumno y mapa del curso), la lógica de su motor de ensamblaje y decisión, los algoritmos de sus 3 fases operativas (nivelación, ruta adaptativa y tutorización continua) y los parámetros configurables del modelo (umbral de adquisición, política de asignación de nivel y política de refuerzo escalonado).

- Diseñar, durante el segundo mes del proyecto, la arquitectura funcional completa del agente AAC, definiendo su interfaz de grabación LTI, las métricas de su motor de análisis de vídeo y audio (contacto visual, tono de voz, velocidad del habla, uso de muletillas y contenido verbal), la fórmula ponderada de su motor de puntuación por competencia, el motor de reglas de ramificación para escenarios interactivos y el protocolo de comunicación con la API de ingesta de ANIAT.
- Especificar, durante el tercer mes del proyecto, la integración LTI 1.3 entre ambos agentes y Moodle, diseñando el panel de administración unificado (con gestión de cursos, carga masiva de preguntas, configuración del algoritmo y editor de escenarios) y el panel de información del alumno (con visualización del nivel competencial, gaps detectados, itinerario adaptativo y métricas de evolución), y elaborando prototipos de baja fidelidad de las 5 pantallas principales del ecosistema.
- Planificar, entre los meses 4 y 8 del proyecto, un despliegue piloto del ecosistema en al menos 1 curso y con un mínimo de 2 empresas-cliente, definiendo 5 métricas de éxito cuantificables (mejora del nivel competencial medio, reducción del tiempo de formación por alumno, incremento de la tasa de remediación de gaps, correlación con KPIs de negocio y nivel de satisfacción de los responsables de formación) y estableciendo los criterios de decisión para el escalado a producción.

5.2 Descripción de la solución

La solución propuesta consiste en el diseño de un ecosistema de aprendizaje adaptativo compuesto por dos agentes de inteligencia artificial complementarios, integrados en la plataforma Moodle del Grupo Educativo mediante el estándar LTI (Learning Tools Interoperability). El componente principal es el agente ANIAT (Sistema de Nivelación, Itinerarios Adaptativos y Tutorización), que actúa como cerebro central del ecosistema. ANIAT gestiona el ciclo de vida completo del alumno en tres fases:

1. Fase de nivelación, en la que evalúa los conocimientos previos del participante mediante micro-tests adaptativos.
2. Fase de ruta adaptativa, en la que genera un itinerario personalizado que omite los contenidos que el alumno ya domina y refuerza aquellos en los que presenta carencia.
3. Fase de tutorización continua, en la que evalúa formativamente al alumno tras cada píldora de aprendizaje, detecta gaps de conocimiento y activa recursos de remediación escalonados (estándar y avanzado) en función de la persistencia de cada gap.

El modelo se sustenta en cuatro bases de conocimiento interconectadas:

1. Un banco de preguntas taxonomizado por competencia, nivel y píldora original.
2. Un banco de recursos de apoyo con materiales de remediación clasificados como estándar o avanzado.
3. Un perfil de competencias del alumno que registra de forma persistente el nivel de maestría en cada competencia y el estado de los gaps detectados
4. Un mapa del curso que vincula cada píldora de aprendizaje con las competencias que enseña y los niveles objetivo.

Un motor de ensamblaje y decisión consulta estas bases para determinar qué contenidos presentar, qué preguntas formular, qué feedback ofrecer y qué recursos recomendar a cada alumno de forma individualizada.

El segundo componente del ecosistema es el agente AAC (Agente de Análisis Conductual por Vídeo), diseñado específicamente para evaluar competencias de comunicación verbal y no verbal en cursos de soft skills.

El AAC se lanza como una actividad LTI desde Moodle y presenta al alumno escenarios de simulación ramificados basados en vídeo, en los que debe responder ante situaciones profesionales reales (por ejemplo, gestionar una objeción comercial). El agente analiza la grabación del alumno mediante un motor de análisis de vídeo y audio que evalúa métricas como el contacto visual, el tono de voz, la velocidad del habla, el uso de muletillas y el contenido verbal.

Un motor de puntuación traduce estas métricas en un score por competencia que se envía al agente ANIAT a través de su API de ingesta de resultados, permitiendo que el motor central procese la evaluación con la misma lógica que un test nativo y actualice el perfil del alumno de forma coherente.

La integración de ambos agentes permite al Grupo Educativo ofrecer a sus clientes corporativos una formación verdaderamente individualizada, con seguimiento competencial granular y métricas de impacto vinculadas a los KPIs de negocio.

El panel de administración de ANIAT centraliza la configuración de cursos, bases de conocimiento y reglas del algoritmo adaptativo, mientras que el panel de información del alumno proporciona a cada participante una visión transparente de su progreso.

Este ecosistema transforma el modelo formativo actual, pasando de una experiencia lineal y uniforme a un sistema dinámico, personalizado y medible que responde directamente al problema identificado.

Arquitectura de los Motor de Ensamblaje, Decisión y Puntuación

El núcleo tecnológico de ANIAT no se basa en un árbol de decisión estático, sino en un Modelo de Rastreo de Conocimiento (Knowledge Tracing) probabilístico. Para su

construcción técnica, se propone una arquitectura híbrida que combina Grafos de Conocimiento con Inferencia Bayesiana.

1. Representación del Conocimiento (Grafo Dirigido): El contenido del curso no se estructura linealmente, sino como un Grafo Dirigido Acíclico (DAG). Cada nodo del grafo representa un concepto o competencia (K_i) y las aristas representan dependencias de prerequisites.
 - *Lógica*: Si el nodo K_B depende de K_A , el motor bloquea el acceso a K_B hasta que la probabilidad de maestría de K_A supere el umbral θ (definido en el objetivo como "umbral de adquisición").
 - Esta estructura permite la navegación no lineal y fundamenta el sistema en la teoría de los Espacios de Conocimiento, permitiendo al sistema distinguir entre "errores por descuido" y "lagunas de conocimiento estructurales".
 -
2. Algoritmo de Estimación de Estado (BKT - Bayesian Knowledge Tracing): Para determinar si un alumno domina una competencia, el sistema utiliza un algoritmo de Rastreo de Conocimiento Bayesiano. El estado del conocimiento del alumno no es binario (sabe/no sabe), sino una probabilidad escalar $P(L_n)$ que se actualiza con cada interacción.

La fórmula de actualización del modelo tras cada respuesta (R_n) en el micro-test o evaluación formativa se define como:

$$P(L_n | R_n) = \frac{P(L_{n-1}) \cdot P(R_n | L_n)}{P(L_{n-1}) \cdot P(R_n | L_n) + (1 - P(L_{n-1})) \cdot P(R_n | \neg L_n)}$$

Donde el sistema recalcula la probabilidad de que el alumno haya aprendido el concepto basándose en cuatro parámetros latentes:

- $P(L_0)$: Probabilidad inicial (determinada en la fase de nivelación).
- $P(T)$: Probabilidad de aprender el concepto tras una oportunidad.
- $P(G)$ (Guess): Probabilidad de acertar por azar sin saber (adivinanza).
- $P(S)$ (Slip): Probabilidad de fallar a pesar de saber (descuido).

Este enfoque, validado ampliamente en la literatura de sistemas tutores inteligentes permite que ANIAT decida con precisión matemática cuándo un alumno necesita remediación (si $P(L_n) < \theta$) y cuándo puede avanzar, eliminando la redundancia para expertos (Abdelrahman et al., 2023)⁴.

3. Lógica del Agente AAC (Procesamiento de Señales): Para el análisis de vídeo, el AAC no evalúa el contenido semántico de forma aislada. Se utiliza una tubería (pipeline) de procesamiento que descompone la entrada de vídeo (MP4) en dos flujos:

- Audio (NLP & Prosodia): Se extrae el audio para transcripción *Speech-to-Text* (mediante modelos tipo Whisper). Sobre el texto se aplica análisis de sentimiento y detección de palabras clave (competencia verbal). Paralelamente, se analiza la onda sonora para medir la varianza del *pitch* (tono) y la velocidad (palabras/minuto).
- Vídeo (Visión Computacional): Se muestrean *frames* clave para detectar puntos de referencia faciales (facial landmarks). Se calcula el vector de mirada (gaze tracking) para medir el porcentaje de tiempo de contacto visual con la cámara, una métrica clave en soft skills (Blackmon et al., 2020)⁵.

5.3 Secuencia de actividades para ejecución de la solución

La ejecución de la solución propuesta se estructura en una secuencia de diez actividades interrelacionadas que abarcan desde el análisis del estado actual hasta la planificación del despliegue piloto. Cada actividad se describe a continuación con el detalle necesario para comprender su alcance, sus entregables y su contribución al objetivo general del proyecto.

- Actividad 1. Auditoría del proceso formativo actual en Moodle. Se realiza un análisis exhaustivo del entorno Moodle existente, documentando la estructura de cursos, el formato de las píldoras SCORM, los tests de evaluación, los informes de seguimiento y los flujos de comunicación con las empresas-cliente. Esta auditoría permite identificar las limitaciones técnicas y pedagógicas del modelo actual y establecer la línea base sobre la que se diseñará la solución adaptativa. El entregable principal es un informe de auditoría con el inventario completo de activos formativos y las brechas detectadas.
- Actividad 2. Diseño del mapa de competencias y taxonomía de contenidos. Se define el mapa de competencias que servirá como columna vertebral del ecosistema adaptativo. Para cada curso, se identifican las competencias objetivo, se establecen cuatro niveles de dominio y se vincula cada píldora de aprendizaje existente con las competencias que enseña y los niveles que cubre. Paralelamente, se diseña la taxonomía de etiquetado que permitirá clasificar preguntas y recursos de apoyo por competencia, nivel y píldora original. El entregable es el mapa del curso completo en formato tabular.
- Actividad 3. Diseño y especificación funcional del Agente ANIAT. Se elabora la especificación funcional completa del agente principal, detallando la arquitectura de sus cuatro bases de conocimiento (banco de preguntas, banco de recursos de apoyo, perfil de competencias del alumno y mapa del curso), la lógica del motor de ensamblaje y decisión, los algoritmos de nivelación, la política de asignación de nivel (jerarquía estricta o nivel más alto alcanzado), el umbral de adquisición configurable, la política de refuerzo escalonado

(recursos estándar y avanzado según el contador de persistencia del gap) y la API de ingesta de resultados para agentes secundarios.

- Actividad 4. Diseño y especificación funcional del Agente AAC. Se elabora la especificación funcional del agente secundario de análisis conductual, incluyendo la interfaz de grabación LTI, el motor de análisis de vídeo y audio (métricas de comunicación verbal y no verbal), el motor de puntuación con fórmulas ponderadas configurables, el motor de reglas de ramificación para escenarios interactivos y el motor de simulación que gestiona el flujo de clips de vídeo. Se define también el protocolo de comunicación con la API de ingesta de ANIAT para el envío del score final por competencia.
- Actividad 5. Diseño de la integración LTI con Moodle. Se especifica la arquitectura de integración entre los agentes y la plataforma Moodle mediante el estándar LTI 1.3. Se define cómo Moodle actuará como host del curso, alojando las píldoras SCORM y lanzando los tests y actividades de los agentes como herramientas LTI externas. Se diseñan las reglas de acceso condicional en Moodle que orquestarán el flujo del alumno entre contenidos SCORM y evaluaciones adaptativas, así como los mecanismos de autenticación y autorización entre los sistemas.
- Actividad 6. Diseño del panel de administración unificado. Se diseña la interfaz y la lógica funcional del panel de administración que permitirá a los administradores del Grupo Educativo configurar el ecosistema sin intervención técnica. Este panel incluye la gestión de cursos, la carga masiva de preguntas vía CSV, el etiquetado de recursos de apoyo con su URL de Moodle, la configuración de la fase de nivelación (secuencia de micro-tests, competencias por test, nivel de inicio y lógica de adaptación), el ajuste de los parámetros del algoritmo (umbral de adquisición, política de asignación, política de refuerzo) y, para el AAC, la gestión de desafíos de vídeo y el editor de escenarios ramificados con su árbol de decisión.
- Actividad 7. Diseño del panel de información del alumno. Se diseña la interfaz del panel que proporcionará a cada participante una visión transparente de su progreso competencial. Este panel mostrará el nivel alcanzado en cada competencia, los gaps detectados y su estado de remediación, el itinerario adaptativo asignado, los recursos de apoyo recomendados y las métricas de evolución a lo largo del tiempo. El objetivo es que el alumno disponga de información accionable que refuerce su motivación y su autonomía en el proceso de aprendizaje.
- Actividad 8. Definición de la API de ingesta de resultados. Se especifica el endpoint de API seguro que expondrá el agente ANIAT para recibir resultados de evaluación de agentes secundarios como el AAC. Se define el formato de datos estándar en JSON, los mecanismos de autenticación servidor a servidor, la lógica de procesamiento (comparación con el umbral de adquisición,

activación de la política de asignación, actualización del perfil del alumno y activación de la política de refuerzo) y los códigos de respuesta. Esta API garantiza la modularidad del ecosistema y su extensibilidad futura.

- Actividad 9. Elaboración de prototipos de interfaz. Se desarrollan wireframes y prototipos de baja fidelidad de las principales pantallas del ecosistema: el panel de administración de ANIAT, el panel de información del alumno, la interfaz de test adaptativo, la interfaz de grabación del AAC y el visor de escenarios ramificados. Estos prototipos permiten validar la experiencia de usuario antes de la fase de desarrollo y sirven como referencia visual para el equipo técnico. Se incluyen también los flujos de navegación entre pantallas.
- Actividad 10. Planificación del piloto y definición de métricas de éxito. Se elabora el plan de despliegue piloto del ecosistema, seleccionando un curso y un grupo de empresas-cliente para la prueba inicial. Se definen las métricas de éxito que permitirán evaluar el impacto de la solución: mejora en el nivel competencial medio de los participantes, reducción del tiempo de formación por alumno, incremento en la tasa de remediación de gaps, correlación entre los indicadores formativos y los KPIs de negocio de la empresa-cliente, y nivel de satisfacción de los responsables de formación. Se establece también el calendario del piloto y los criterios de decisión para el escalado a producción.

5.4 Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución

La implementación del ecosistema de aprendizaje adaptativo requiere la movilización de recursos de diversa naturaleza. A continuación, se detallan los recursos humanos, tecnológicos, de infraestructura, de capacitación y financieros necesarios para llevar a cabo las actividades descritas en la sección anterior y alcanzar los objetivos del proyecto.

Recursos Humanos:

- Líder de proyecto (director de innovación del Grupo Educativo): responsable de la coordinación general, la toma de decisiones estratégicas y la interlocución con las empresas-cliente durante el piloto.
- Arquitecto de soluciones de IA: responsable del diseño técnico de los agentes ANIAT y AAC, la definición de la arquitectura LTI y la especificación de la API de ingesta.
- Diseñador instruccional: responsable del diseño del mapa de competencias, la taxonomía de contenidos, la clasificación de preguntas y recursos de apoyo, y la validación pedagógica del modelo adaptativo.
- Desarrollador full-stack: responsable de la implementación de los agentes, los paneles de administración y de alumno, y la integración con Moodle.

- Diseñador UX/UI: responsable de la elaboración de wireframes, prototipos de interfaz y la experiencia de usuario del ecosistema.
- Especialista en análisis de vídeo e IA: responsable de la integración y configuración del motor de análisis de vídeo y audio del agente AAC.

Tecnológicos:

- Plataforma Moodle existente del Grupo Educativo con soporte LTI 1.3.
- Servidor de aplicaciones para el despliegue de los agentes ANIAT y AAC.
- API de análisis de vídeo de terceros (por ejemplo, Microsoft Azure Video Indexer o Google Cloud Video Intelligence) para el motor de análisis del AAC.
- Entorno de desarrollo integrado y herramientas de control de versiones (Git).
- Herramientas de prototipado de interfaces (Figma o similar).
- Plataforma de alojamiento de vídeo (YouTube o Vimeo) para los clips de los escenarios ramificados del AAC.

Infraestructura:

- Infraestructura cloud (AWS, Google Cloud o Azure) para el alojamiento de los agentes y sus bases de datos, con escalabilidad bajo demanda.
- Certificados SSL y configuración de seguridad para las comunicaciones LTI y la API de ingesta.
- Entorno de staging para pruebas previas al despliegue en producción.

Financieros:

- Los recursos financieros necesarios serán los propios del Grupo Educativo, destinados a cubrir los costes de personal, licencias de software, infraestructura cloud y APIs de terceros. El detalle del presupuesto se desarrollará en la sección correspondiente a la definición del alcance y presupuesto del proyecto.

6 Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.

Esta sección delimita el perímetro de la intervención propuesta, estableciendo con precisión qué aspectos del proceso formativo serán transformados y cuáles quedarán fuera del alcance inicial. Se identifican las partes interesadas clave y se asignan responsabilidades específicas para cada actividad del plan de acción, garantizando una ejecución coordinada y eficiente. El cronograma detallado permite visualizar la secuencia temporal de las actividades y los hitos críticos que marcarán el avance del proyecto. Finalmente, el presupuesto desglosa los recursos financieros necesarios, justificando cada inversión desde la perspectiva del retorno esperado y la viabilidad técnica y económica de la solución.

6.1 Alcance final de la solución

El alcance de la solución propuesta se circunscribe al diseño completo del ecosistema de aprendizaje adaptativo compuesto por los agentes ANIAT y AAC, incluyendo su especificación funcional, arquitectura técnica, integración LTI (Learning Tools Interoperability) con Moodle y los paneles de administración y alumno. Este alcance abarca desde la auditoría inicial del proceso formativo actual hasta la planificación del piloto con métricas de éxito definidas, pero no incluye la fase de desarrollo de software ni la implementación técnica de los agentes. El proyecto se enfoca en la fase de diseño estratégico y especificación detallada, generando toda la documentación técnica y funcional necesaria para que un equipo de desarrollo pueda posteriormente implementar la solución.

Los límites del proyecto quedan establecidos de la siguiente manera. En primer lugar, el alcance se restringe a la modalidad e-learning de los programas B2B (Business to Business) del Grupo Educativo, excluyendo la formación presencial y los programas B2C (Business to Consumer) dirigidos a particulares. En segundo lugar, el piloto se ejecutará en un único curso seleccionado estratégicamente y con un mínimo de dos empresas-cliente, lo que permite validar la solución en condiciones controladas antes de un despliegue masivo. En tercer lugar, el agente AAC se diseñará específicamente para evaluar competencias de comunicación verbal y no verbal en cursos de soft skills, quedando fuera del alcance inicial su aplicación a competencias técnicas o hard skills. En cuarto lugar, la integración se realizará exclusivamente con la plataforma Moodle existente del Grupo Educativo, sin contemplar otras plataformas LMS (Learning Management System). Finalmente, el proyecto no incluye la creación de nuevos contenidos formativos (píldoras SCORM - Sharable Content Object Reference Model), sino que trabajará con los materiales existentes, reclasificándolos según el mapa de competencias diseñado.

Los objetivos específicos que delimitan el alcance son los cuatro establecidos en la sección anterior: diseñar la arquitectura funcional completa de ANIAT durante el primer mes, diseñar la arquitectura funcional completa de AAC durante el segundo mes, especificar la integración LTI y los paneles durante el tercer mes, y planificar el

despliegue piloto entre los meses cuatro y ocho. Cada objetivo tiene entregables concretos que marcan los hitos del proyecto.

Los resultados esperados de esta intervención son múltiples y medibles. En primer lugar, se espera disponer de una especificación técnica completa y detallada del ecosistema adaptativo, que incluya diagramas de arquitectura, descripciones funcionales de cada componente, algoritmos matemáticos formalizados y prototipos de interfaz validados. En segundo lugar, se espera contar con un mapa de competencias exhaustivo para al menos un curso piloto, con todas las píldoras SCORM clasificadas y vinculadas a competencias y niveles. En tercer lugar, se espera tener diseñadas las cuatro bases de conocimiento de ANIAT (banco de preguntas, banco de recursos, perfil de competencias y mapa del curso) con su estructura de datos y lógica de consulta especificadas. En cuarto lugar, se espera disponer de un plan de piloto detallado con métricas de éxito cuantificables que permitan evaluar el impacto de la solución en la satisfacción de las empresas-cliente y en la correlación con sus KPIs (Key Performance Indicators) de negocio. Finalmente, se espera generar una documentación técnica que sirva como blueprint para el equipo de desarrollo que posteriormente implemente la solución, reduciendo significativamente el riesgo de malinterpretaciones y retrabajos.

Este alcance garantiza que el Grupo Educativo dispondrá de una hoja de ruta clara y completa para transformar su modelo formativo e-learning, pasando de un enfoque uniforme y estático a un ecosistema personalizado, adaptativo y medible que responda directamente al problema identificado de desconexión entre inversión formativa e impacto en el negocio.

6.2 Identificación de responsables de las actividades para ejecución

La ejecución exitosa del proyecto requiere la participación coordinada de múltiples actores con roles y responsabilidades claramente definidos. La estructura de responsabilidades se organiza en tres niveles: el nivel estratégico, responsable de la toma de decisiones y la alineación con los objetivos de negocio; el nivel táctico, responsable del diseño y la especificación de la solución; y el nivel operativo, responsable de la ejecución de actividades específicas y la generación de entregables.

En el nivel estratégico, el Director de Innovación del Grupo Educativo actúa como líder del proyecto y sponsor ejecutivo. Sus responsabilidades incluyen la aprobación de hitos clave, la asignación de recursos, la interlocución con las empresas-cliente durante el piloto y la toma de decisiones estratégicas sobre el alcance y las prioridades del proyecto. Este rol garantiza que la solución diseñada esté alineada con la estrategia de negocio del Grupo Educativo y responda a las expectativas de sus clientes corporativos.

En el nivel táctico, se identifican tres roles clave. El Arquitecto de Soluciones de IA es responsable del diseño técnico de los agentes ANIAT y AAC, la definición de la arquitectura LTI (Learning Tools Interoperability), la especificación de la API de ingesta y la formalización de los algoritmos de nivelación, ruta adaptativa y tutorización continua.

Este rol requiere experiencia en sistemas de inteligencia artificial aplicada a la educación, conocimiento de modelos de Knowledge Tracing y familiaridad con estándares de interoperabilidad como LTI. El Diseñador Instruccional es responsable del diseño del mapa de competencias, la taxonomía de contenidos, la clasificación de preguntas y recursos de apoyo según competencia y nivel, y la validación pedagógica del modelo adaptativo. Este rol requiere experiencia en diseño curricular por competencias y conocimiento de teorías de aprendizaje adaptativo. El Diseñador UX/UI es responsable de la elaboración de wireframes, prototipos de interfaz, la definición de los flujos de navegación entre pantallas y la validación de la experiencia de usuario del ecosistema. Este rol garantiza que los paneles de administración y de alumno sean intuitivos, accesibles y respondan a las necesidades de sus usuarios.

En el nivel operativo, se identifican tres roles adicionales. El Desarrollador Full-Stack participará en la fase de especificación técnica aportando su perspectiva sobre la viabilidad de implementación de cada componente, aunque su rol principal se activará en la fase posterior de desarrollo de software que queda fuera del alcance de este proyecto. El Especialista en Análisis de Vídeo e IA es responsable de la investigación y selección de la API de análisis de vídeo de terceros que utilizará el agente AAC, la especificación de las métricas de comunicación verbal y no verbal a extraer, y la definición del pipeline de procesamiento de señales de audio y vídeo. El Coordinador de Contenidos es responsable del inventario de píldoras SCORM existentes, la coordinación con los autores de contenidos para la reclasificación según el mapa de competencias, y la gestión del banco de preguntas y recursos de apoyo.

La matriz de responsabilidades por actividad se detalla a continuación. La Actividad 1 (Auditoría del proceso formativo actual en Moodle) es liderada por el Coordinador de Contenidos con apoyo del Diseñador Instruccional y supervisión del Director de Innovación. La Actividad 2 (Diseño del mapa de competencias y taxonomía de contenidos) es liderada por el Diseñador Instruccional con apoyo del Coordinador de Contenidos y validación del Director de Innovación. La Actividad 3 (Diseño y especificación funcional del Agente ANIAT) es liderada por el Arquitecto de Soluciones de IA con apoyo del Diseñador Instruccional para la validación pedagógica y del Desarrollador Full-Stack para la validación de viabilidad técnica. La Actividad 4 (Diseño y especificación funcional del Agente AAC) es liderada por el Arquitecto de Soluciones de IA con apoyo del Especialista en Análisis de Vídeo e IA y del Diseñador Instruccional. La Actividad 5 (Diseño de la integración LTI con Moodle) es liderada por el Arquitecto de Soluciones de IA con apoyo del Desarrollador Full-Stack. La Actividad 6 (Diseño del panel de administración unificado) es liderada por el Diseñador UX/UI con apoyo del Arquitecto de Soluciones de IA y validación del Director de Innovación y el Coordinador de Contenidos. La Actividad 7 (Diseño del panel de información del alumno) es liderada por el Diseñador UX/UI con apoyo del Diseñador Instruccional. La Actividad 8 (Definición de la API de ingesta de resultados) es liderada por el Arquitecto de Soluciones de IA con apoyo del Desarrollador Full-Stack. La Actividad 9 (Elaboración de prototipos de interfaz) es liderada por el Diseñador UX/UI con validación del Director de Innovación y del Diseñador Instruccional. La Actividad 10 (Planificación del piloto y definición de métricas de éxito) es liderada por el Director de Innovación con apoyo del Diseñador Instruccional y del Arquitecto de Soluciones de IA.

Esta estructura de responsabilidades garantiza que cada actividad tenga un responsable claro, que las interdependencias entre roles estén gestionadas y que existan mecanismos de validación cruzada que aseguren la calidad de los entregables.

6.3 Cronograma de ejecución

El cronograma del proyecto se estructura en ocho meses de trabajo, organizados en tres fases principales que corresponden a los tres primeros objetivos específicos, seguidas de una fase de planificación del piloto. Cada actividad tiene fechas de inicio y fin definidas, y se han identificado cinco hitos críticos que permiten evaluar el progreso y tomar decisiones de ajuste si fuera necesario.

La Fase 1: Diagnóstico y Diseño del Modelo de Competencias abarca el primer mes del proyecto. Durante este período se ejecutan las dos primeras actividades. La Actividad 1 (Auditoría del proceso formativo actual en Moodle) se desarrolla durante las dos primeras semanas del mes 1, con entrega del informe de auditoría al finalizar la semana 2. La Actividad 2 (Diseño del mapa de competencias y taxonomía de contenidos) se inicia en la semana 3 del mes 1 y se extiende hasta la semana 4, con entrega del mapa del curso completo al finalizar el mes. El Hito 1 se alcanza al cierre del mes 1 con la aprobación del mapa de competencias por parte del Director de Innovación, lo que constituye la base sobre la que se construirá todo el ecosistema adaptativo.

La Fase 2: Diseño de Agentes de IA abarca los meses 2 y 3 del proyecto. La Actividad 3 (Diseño y especificación funcional del Agente ANIAT) se desarrolla íntegramente durante el mes 2, con entrega de la especificación completa al finalizar el mes. Esta actividad incluye el diseño de las cuatro bases de conocimiento, la formalización de los algoritmos de nivelación y ruta adaptativa, y la especificación de la política de refuerzo escalonado. El Hito 2 se alcanza al cierre del mes 2 con la validación técnica y pedagógica de la especificación de ANIAT. La Actividad 4 (Diseño y especificación funcional del Agente AAC) se desarrolla durante las tres primeras semanas del mes 3, con entrega de la especificación completa en la semana 3. La Actividad 5 (Diseño de la integración LTI con Moodle) se desarrolla durante la cuarta semana del mes 3, aprovechando que las especificaciones de ambos agentes ya están completas. El Hito 3 se alcanza al cierre del mes 3 con la aprobación de la arquitectura de integración LTI.

La Fase 3: Diseño de Interfaces y API abarca los meses 4 y 5 del proyecto. La Actividad 6 (Diseño del panel de administración unificado) se desarrolla durante el mes 4, con entrega de la especificación funcional y los wireframes al finalizar el mes. La Actividad 7 (Diseño del panel de información del alumno) se desarrolla durante las dos primeras semanas del mes 5. La Actividad 8 (Definición de la API de ingesta de resultados) se desarrolla durante la tercera semana del mes 5. La Actividad 9 (Elaboración de prototipos de interfaz) se desarrolla durante la cuarta semana del mes 5, integrando todos los diseños previos en prototipos navegables. El Hito 4 se alcanza al cierre del

mes 5 con la validación de los prototipos de interfaz por parte de usuarios representativos (administradores y alumnos).

La Fase 4: Planificación del Piloto abarca los meses 6, 7 y 8 del proyecto. La Actividad 10 (Planificación del piloto y definición de métricas de éxito) se desarrolla de manera iterativa durante estos tres meses. En el mes 6 se selecciona el curso piloto, se identifican las empresas-cliente participantes y se definen las cinco métricas de éxito. En el mes 7 se elabora el plan de comunicación con las empresas-cliente, se diseñan los instrumentos de recogida de datos y se establece el calendario de seguimiento. En el mes 8 se finaliza la documentación técnica completa del ecosistema, se preparan los materiales de formación para los administradores y se establece el protocolo de escalado a producción. El Hito 5 se alcanza al cierre del mes 8 con la aprobación del plan de piloto completo y la documentación técnica final, lo que marca el cierre de la fase de diseño y la preparación para la fase de desarrollo e implementación que ejecutará un equipo técnico en una etapa posterior.

El cronograma contempla buffers de tiempo en las actividades críticas para absorber posibles retrasos sin comprometer los hitos principales. Asimismo, se han programado reuniones de seguimiento semanales durante todo el proyecto y reuniones de validación de hitos con el Director de Innovación al cierre de cada fase.

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
1. Auditoría del proceso formativo actual	■							
2. Diseño del mapa de competencias	■							
3. Diseño y especificación funcional ANIAT		■						
4. Diseño y especificación funcional AAC			■					
5. Diseño de la integración LTI			■					
6. Diseño del panel de administración				■				
7. Diseño del panel de información del alumno					■			

8. Definición de la API de ingesta								
9. Elaboración de prototipos de interfaz								
10. Planificación del piloto y métricas								
Hitos	H1	H2	H3		H4			H5

Tabla 2. Cronograma de Actividades del Proyecto

Nota. Los bloques sombreados (■) indican periodos de ejecución activa de cada actividad. Los hitos (H1-H5) marcan puntos críticos de validación y aprobación. Fuente: Elaboración propia.

6.4 Presupuesto

El presupuesto del proyecto se ha elaborado en euros (EUR) y se estructura en cinco categorías principales de recursos: humanos, tecnológicos, infraestructura, capacitación y otros gastos. Cada categoría se desglosa en partidas específicas que reflejan los costes reales de mercado para un proyecto de esta naturaleza en el contexto español. El presupuesto total asciende a 89.400 EUR y se justifica por el valor estratégico de la solución diseñada, que permitirá al Grupo Educativo diferenciarse competitivamente en el mercado de formación corporativa B2B y mejorar significativamente la satisfacción y retención de sus clientes empresariales.

Los recursos humanos constituyen la partida más significativa del presupuesto, representando el 67% del coste total. El Director de Innovación dedicará un 25% de su jornada durante los 8 meses del proyecto, lo que equivale a 2 meses de dedicación completa. Considerando un coste mensual de 6.000 EUR para este perfil directivo, la partida asciende a 12.000 EUR. El Arquitecto de Soluciones de IA trabajará a dedicación completa durante 3 meses (meses 2, 3 y parte del 5), con un coste mensual de 5.500 EUR, totalizando 16.500 EUR. El Diseñador Instruccional trabajará a dedicación completa durante 2,5 meses (mes 1 completo, apoyo en meses 2-4 y mes 7), con un coste mensual de 4.000 EUR, totalizando 10.000 EUR. El Diseñador UX/UI trabajará a dedicación completa durante 2 meses (meses 4 y 5), con un coste mensual de 4.500 EUR, totalizando 9.000 EUR. El Desarrollador Full-Stack participará como consultor técnico con una dedicación del 20% durante 4 meses (meses 3, 4, 5 y 8), con un coste mensual de 4.800 EUR, totalizando 3.840 EUR. El Especialista en Análisis de Vídeo e IA trabajará durante 3 semanas en el mes 3, con un coste semanal de 1.200 EUR, totalizando 3.600 EUR. El Coordinador de Contenidos dedicará un 50% de su jornada

durante 3 meses (meses 1, 2 y 6), con un coste mensual de 3.200 EUR, totalizando 4.800 EUR. La suma de recursos humanos asciende a 59.740 EUR.

Los recursos tecnológicos incluyen las licencias de software y APIs necesarias para el diseño y especificación de la solución. Se contempla la suscripción a una plataforma de prototipado avanzado (Figma Professional) durante 8 meses a 45 EUR/mes, totalizando 360 EUR. Se incluye la licencia de una herramienta de modelado de arquitecturas de IA (Lucidchart Enterprise) durante 8 meses a 30 EUR/mes, totalizando 240 EUR. Se presupuesta el acceso a una API de análisis de vídeo de terceros (Azure Video Indexer) para pruebas de concepto durante 2 meses, con un coste estimado de 500 EUR/mes, totalizando 1.000 EUR. Se contempla la suscripción a una plataforma de gestión de proyectos (Jira Software) durante 8 meses a 75 EUR/mes, totalizando 600 EUR. Finalmente, se incluye la adquisición de licencias de herramientas de documentación técnica (Confluence) durante 8 meses a 50 EUR/mes, totalizando 400 EUR. La suma de recursos tecnológicos asciende a 2.600 EUR.

Los recursos de infraestructura contemplan los costes de alojamiento y entornos de prueba necesarios durante la fase de diseño. Se presupuesta un entorno de staging en cloud (AWS o Google Cloud) para pruebas de concepto de los algoritmos de ANIAT durante 4 meses, con un coste estimado de 300 EUR/mes, totalizando 1.200 EUR. Se incluye el almacenamiento cloud para los prototipos, documentación técnica y materiales del proyecto durante 8 meses, con un coste de 100 EUR/mes, totalizando 800 EUR. Se contempla la configuración de certificados SSL y dominios de prueba para la integración LTI, con un coste único de 200 EUR. La suma de recursos de infraestructura asciende a 2.200 EUR.

Los recursos de capacitación incluyen la formación especializada necesaria para el equipo del proyecto. Se presupuesta un curso de certificación en LTI 1.3 para el Arquitecto de Soluciones y el Desarrollador Full-Stack, con un coste de 800 EUR por participante, totalizando 1.600 EUR. Se incluye un taller de diseño de sistemas de Knowledge Tracing para el Arquitecto de Soluciones y el Diseñador Instruccional, con un coste de 1.200 EUR por participante, totalizando 2.400 EUR. Se contempla un curso de análisis de vídeo con IA para el Especialista en Análisis de Vídeo, con un coste de 900 EUR. La suma de recursos de capacitación asciende a 4.900 EUR.

Finalmente, se incluye una partida de otros gastos que contempla costes diversos del proyecto. Se presupuestan desplazamientos y reuniones presenciales con empresas-cliente durante la fase de planificación del piloto, con un coste estimado de 2.000 EUR. Se incluye material de oficina, licencias menores y gastos administrativos diversos, con un coste estimado de 1.500 EUR. Se contempla una reserva de contingencia del 10% sobre el subtotal de las categorías anteriores para absorber desviaciones imprevistas, que asciende a 7.194 EUR. Se incluyen los costes de auditoría externa de la documentación técnica final por parte de un consultor independiente, con un coste de 3.000 EUR. Se presupuesta la elaboración de materiales de comunicación y presentación de la solución a las empresas-cliente, con un coste de 1.500 EUR. Finalmente, se contempla la organización de un evento de lanzamiento del piloto con las empresas-cliente participantes, con un coste de 4.766 EUR. La suma de otros gastos asciende a 19.960 EUR.

Rubro	Valor (EUR)
Recursos Humanos	
Director de Innovación (2 meses equivalentes)	12.000
Arquitecto de Soluciones de IA (3 meses)	16.500
Diseñador Instruccional (2,5 meses)	10.000
Diseñador UX/UI (2 meses)	9.000
Desarrollador Full-Stack (0,8 meses equivalentes)	3.840
Especialista en Análisis de Vídeo e IA (3 semanas)	3.600
Coordinador de Contenidos (1,5 meses equivalentes)	4.800
Subtotal Recursos Humanos	59.740
Recursos Tecnológicos	
Plataforma de prototipado (Figma Professional, 8 meses)	360
Herramienta de modelado de arquitecturas (Lucidchart, 8 meses)	240
API de análisis de vídeo (Azure Video Indexer, 2 meses)	1.000
Plataforma de gestión de proyectos (Jira, 8 meses)	600
Herramientas de documentación técnica (Confluence, 8 meses)	400
Subtotal Recursos Tecnológicos	2.600
Recursos de Infraestructura	
Entorno de staging en cloud (4 meses)	1.200
Almacenamiento cloud (8 meses)	800
Certificados SSL y dominios de prueba	200
Subtotal Recursos de Infraestructura	2.200
Recursos de Capacitación	
Certificación en LTI 1.3 (2 participantes)	1.600
Taller de Knowledge Tracing (2 participantes)	2.400
Curso de análisis de vídeo con IA (1 participante)	900
Subtotal Recursos de Capacitación	4.900
Otros Gastos	
Desplazamientos y reuniones con clientes	2.000
Material de oficina y gastos administrativos	1.500
Reserva de contingencia (10%)	7.194

Auditoría externa de documentación técnica	3.000
Materiales de comunicación y presentación	1.500
Evento de lanzamiento del piloto	4.766
Subtotal Otros Gastos	19.960
TOTAL	89.400

Tabla 3. Presupuesto del Proyecto

Nota. Todos los importes se expresan en euros (EUR). Los costes de recursos humanos incluyen cargas sociales. La reserva de contingencia se calcula sobre el subtotal de las cuatro primeras categorías. Fuente: Elaboración propia.

El presupuesto total de 89.400 EUR para un proyecto de 8 meses de duración resulta altamente competitivo considerando el valor estratégico de la solución diseñada. Este proyecto permitirá al Grupo Educativo disponer de una especificación técnica completa y validada de un ecosistema de aprendizaje adaptativo que transformará su propuesta de valor en el mercado B2B. La inversión se justifica por el retorno esperado en términos de diferenciación competitiva, mejora de la satisfacción de las empresas-cliente, incremento de las tasas de renovación de contratos y apertura de nuevas oportunidades de negocio con clientes que demandan formación medible y vinculada a resultados. Adicionalmente, la documentación técnica generada reducirá significativamente los costes y riesgos de la fase posterior de desarrollo e implementación, al proporcionar un blueprint detallado y validado que minimiza las incertidumbres técnicas.

La viabilidad económica del proyecto queda demostrada al comparar la inversión de 89.400 EUR con el valor de un único contrato corporativo de formación B2B, que típicamente oscila entre 150.000 y 300.000 EUR anuales para programas de envergadura media. La retención de un solo cliente adicional gracias a la mejora en la propuesta de valor justificaría la inversión realizada. Asimismo, el proyecto se ejecuta en un plazo de 8 meses, lo que permite al Grupo Educativo disponer de la solución diseñada en un horizonte temporal razonable y alineado con sus ciclos comerciales, pudiendo iniciar la fase de desarrollo e implementación en el ejercicio fiscal siguiente con una base sólida y un riesgo técnico minimizado.

7 Referencias bibliográficas

- Abdelrahman, G., Wang, Q., & Nunes, B. (2023). Knowledge tracing: A survey. *ACM Computing Surveys*, 55(11), 1-37. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3569576>
- Bersin, J. (2026). *The definitive guide to corporate learning: From static training to dynamic enablement*. The Josh Bersin Company.
- Chacko, M., & Cox, C. B. (2025). Learning in the flow of work: Designing person-centric learning experiences with just-in-time microlearning. *Industrial and Organizational Psychology*, 18(1), 147–150. <https://doi.org/10.1017/iop.2024.70>
- Blackmon, S.J., Moore, R.L. (2020). A Framework to Support Interdisciplinary Engagement with Learning Analytics. In: Ifenthaler, D., Gibson, D. (eds) *Adoption of Data Analytics in Higher Education Learning and Teaching*. *Advances in Analytics for Learning and Teaching*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47392-1_3
- Segovia-García, N. y Said-Hung, E.M. (2021). Factores de satisfacción de los alumnos en e-learning en Colombia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 26(89), 595-621. <https://cutt.ly/LbUPghi>
- Suárez, P. (2025, 27 de noviembre). Aprendizaje corporativo 2026: de reactivo a predictivo y medible. *Revista Recursos Humanos*.