

Fortalecimiento de la retención de información en estudiantes de primer semestre de la universidad CESMAG mediante una herramienta gamificada basada en el método Cornell y la práctica espaciada.

AUTORES:

CABRERA MESA SERGIO
CAMPO SALAS CRISTIAN CAMILO
TROYA FAJARDO GABRIEL FELIPE

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD CESMAG
MAYO, 2026**

Fortalecimiento de la retención de información en estudiantes de primer semestre de la universidad CESMAG mediante una herramienta gamificada basada en el método Cornell y la práctica espaciada.

Autores:

CABRERA MESA SERGIO
CAMPO SALAS CRISTIAN CAMILO
TROYA FAJARDO GABRIEL FELIPE

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Sistemas, en modalidad investigación.

Director

MAGDA FERNANDA CALVACHE ARGOTI

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD CESMAG
MAYO, 2026**

Nota de aceptación

“Va la aceptación definida desde la universidad”.

Nota de exclusión

DEDICATORIA

Nota mediante la cual el autor ofrece su trabajo, en forma especial, a personas o entidades. Cada autor utiliza una página para realizar su dedicatoria personal, en donde el formato del texto es de libre selección, conservando las márgenes preestablecidas en esta plantilla.

AGRADECIMIENTOS

Esta sección es opcional, el autor o autores, declaran sus agradecimientos y reconocimientos a entidades, docentes o personas externas que permitieron el logro de sus objetivos, asesoraron técnicamente, suministraron datos, financiaron total o parcialmente la investigación o contribuyeron significativamente al desarrollo del trabajo. Es opcional y debe contener, además de la nota correspondiente, los nombres de las personas con sus respectivos cargos y los nombres completos de las instituciones y su aporte al trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	14
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
A. OBJETO O TEMA DE ESTUDIO	15
B. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	15
C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
D. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
E. OBJETIVOS	16
F. JUSTIFICACIÓN	17
G. DELIMITACIÓN	18
II. MARCO TEÓRICO.....	19
A. ANTECEDENTES	19
B. SUPUESTOS TEÓRICOS	21
C. VARIABLES DEL ESTUDIO	22
D. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS	25
III. METODOLOGÍA	27
A. PARADIGMA	27
B. ENFOQUE.....	27
C. MÉTODO	27
D. TIPO DE INVESTIGACIÓN	27
E. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	27
F. METODOLOGIA DE DESARROLLO	28
G. POBLACIÓN.....	29
H. MUESTRA	29
I. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	30
J. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	34
IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
A. ANALIZAR LAS CARACTERISTICAS Y BENEFICIOS DEL METODO CORNELL Y LA PRACTICA ESPACIADA	35
B. IMPLEMENTAR EL METODO CORNELL Y LA PRACTICA ESPACIADA EN UNA HERRAMIENTA GAMIFICADA.....	40
C. VALIDAR LA EFECTIVIDAD DE LA HERRAMIENTA MEDIANTE PRUEBAS CON ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD CESMAG.....	50

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	55
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS	71

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 VALIDACION BANCO DE PREGUNTAS	36
Fig. 2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE CONOCIMIENTO Y ADOPCION DE ESTUDIO ACTIVAS	37
Fig. 3 ENTREVISTA SOBRE HÁBITOS DE ESTUDIO Y PERCEPCIÓN DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE (GRUPO B).....	40
Fig. 4 MODELO ENTIDAD RELACIÓN	42
Fig. 5 HOME APP	44
Fig. 6 TIENDA APP.....	45
Fig. 7 METODO CORNELL APP	46
Fig. 8 TRIVIAS APP	47
Fig. 9 PREGUNTAS BASE DE DATOS.....	50
Fig. 10 DIAGRAMA DE SECUENCIA	56
FIG. 11 TIEMPOS DE RESPUESTA BAJO LA NORMA ISO/IEC 25010	58
Fig. 12 ESCALA DE EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	59
Fig. 13 INTERFAZ GRÁFICA Y DISEÑO VISUAL DEL FORMULARIO DIGITAL DE SATISFACCIÓN DISTRIBUIDO A LOS ESTUDIANTES.	73
FIG. 14 INTERFAZ Y DISEÑO DEL CUESTIONARIO DE DIAGNÓSTICO SOBRE HÁBITOS DE ESTUDIO IMPLEMENTADO DIGITALMENTE.	79
Fig. 15 ENTORNO GRÁFICO INTERACTIVO DEL FORMULARIO DE DIAGNÓSTICO DE HÁBITOS DE ESTUDIO EN LA PLATAFORMA GOOGLE FORMS.	83
Fig. 16 ENTORNO VIRTUAL INTERACTIVO DEL POST-TEST ADMINISTRADO A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE SISTEMAS.	91
Fig. 17 ENTORNO GRÁFICO INTERACTIVO DE LA PRUEBA PRE-TEST EN LA PLATAFORMA GOOGLE FORMS.....	100

LISTA DE TABLAS

Tabla i VARIABLES DE ESTUDIO	22
Tabla ii RECOLECCIÓN DE DATOS KR-2.....	33
Tabla iii RESULTADOS DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS.....	36
Tabla iv RESULTADOS DESCRIPTIVOS HÁBITOS DE ESTUDIO	37
Tabla v ANÁLISIS DE HÁBITOS DE ESTUDIO EN GRUPOS A, B, H Y E	38
Tabla vi RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO INICIAL DE HÁBITOS DE ESTUDIO Y DISPOSICIÓN TECNOLÓGICA	38
Tabla vii CATEGORIZACIÓN DE RESPUESTAS.....	39
Tabla viii RESUMEN E INTERPRETACIÓN DE LOS HALLAZGOS DE LA ENCUESTA DIAGNÓSTICA	39
Tabla ix HISTORIAS DE USUARIO	41
Tabla x VALIDACIÓN FUNCIONAL	41
Tabla xi PROFILES (NÚCLEO DE USUARIO).....	42
Tabla xii NOTES (GESTIÓN DE CONOCIMIENTO)	43
Tabla xiii AI_GENERATED_QUESTIONS (MOTOR DE EVALUACIÓN).....	43
Tabla xiv COMPARACIÓN ESTADÍSTICA ENTRE GRUPOS	51
Tabla xv RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE PERCEPCIÓN DE USABILIDAD (Alfa de Cronbach)...	51
Tabla xvi MÉTRICAS DE INTERACCIÓN Y GAMIFICACIÓN	53
Tabla xvii MATRIZ DE VALIDACIÓN MULTIDISCIPLINAR.....	57
Tabla xviii COMPARACIÓN DE RESULTADOS PRETEST Y POSTEST.....	58

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. instrumento de recolección de datos: encuesta de satisfacción de usuarios

Anexo 2. instrumento de recolección de datos: cuestionario sobre hábitos de estudio y percepción de técnicas de aprendizaje

Anexo 3. instrumento de recolección de datos: cuestionario de diagnóstico sobre hábitos de estudio y necesidades tecnológicas

Anexo 4. instrumento de evaluación cognitiva: post-test de conocimientos en ingeniería y pensamiento sistémico

Anexo 5. Instrumento de evaluación cognitiva: pre-test de conocimientos en ingeniería y pensamiento sistémico

Anexo 6. instrumento de validación del banco de preguntas por juicio de expertos

Anexo 7. instrumento de validación de software y experiencia educativa (experto técnico1)

Anexo 8. instrumento de validación de software y experiencia educativa (experto pedagógico 2)

GLOSARIO

BACKEND: Parte interna de la aplicación que opera en el servidor y es responsable de gestionar, procesar y almacenar de forma segura la información y los datos de los usuarios.

CURVA DEL OLVIDO: Fenómeno que describe cómo la memoria humana pierde información con el paso del tiempo si no se refuerza, concepto pedagógico que la herramienta busca mitigar mediante repasos oportunos.

FRONTEND: Parte visual y externa de la aplicación, es decir, todas las pantallas, botones y elementos gráficos con los que el estudiante interactúa directamente para realizar sus apuntes y actividades.

GAMIFICACIÓN: Estrategia que incorpora elementos propios del diseño de juegos, tales como niveles, insignias y puntos de recompensa, dentro de un entorno de aprendizaje para aumentar la motivación y el compromiso del estudiante.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EDUCATIVA: Tecnología integrada en la plataforma que utiliza sistemas inteligentes para automatizar la creación de cuestionarios y ofrecer retroalimentación adaptada a las necesidades específicas de aprendizaje del usuario.

METODOLOGÍA RAD: Sistema de desarrollo de software que permite crear aplicaciones de manera ágil basándose en la construcción y mejora constante de prototipos funcionales hasta alcanzar la versión final.

MÉTODO CORNELL: Sistema organizado para la toma de apuntes que divide la hoja de trabajo en secciones específicas, facilitando la clasificación de conceptos clave, la síntesis de ideas y la recuperación de información.

PRÁCTICA ESPACIADA: Técnica de estudio que consiste en realizar sesiones de repaso distribuidas en intervalos de tiempo cada vez más largos, lo cual ayuda a fijar el conocimiento en la memoria a largo plazo.

SUPABASE: Herramienta técnica que actúa como el motor de la base de datos de la aplicación, permitiendo gestionar la información, los registros y las sesiones de usuario de manera eficiente y segura.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación aborda la necesidad de optimizar los hábitos de estudio en estudiantes de la Universidad CESMAG, mediante la integración de técnicas pedagógicas probadas con tecnologías emergentes. El objetivo fue implementar una herramienta móvil gamificada que articula el método de notas Cornell y los principios de la práctica espaciada para fomentar un aprendizaje significativo. Para su ejecución, se utilizó la metodología de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD), la cual permitió un desarrollo iterativo e incremental basado en una arquitectura modular que conecta Flutter en el frontend, Supabase para la persistencia de datos relacionales y la API de Gemini 2.5 Flash para la generación automática de contenido evaluativo. Los resultados demuestran el despliegue de un prototipo funcional capaz de procesar apuntes complejos, convertir fragmentos de información en trivias dinámicas y recompensar la constancia del usuario mediante un sistema de gamificación. Las pruebas funcionales evidenciaron un nivel de cumplimiento superior al 90% en los criterios de aceptación definidos. Se concluye que la convergencia entre la inteligencia artificial y el diseño de experiencia de usuario facilita la adopción de métodos de estudio tradicionales, incrementando la retención de información y el compromiso académico del estudiante.

Palabras Clave

Desarrollo de Software, Gamificación, Inteligencia Artificial, Método Cornell, Práctica Espaciada.

ABSTRACT

This research project addresses the need to optimize study habits among students at Universidad CESMAG by integrating proven pedagogical techniques with emerging technologies. The objective was to implement a gamified mobile application that articulates the Cornell note-taking method and spaced repetition principles to foster meaningful learning. The Rapid Application Development (RAD) methodology was employed for its execution, enabling an iterative and incremental development process based on a modular architecture that connects Flutter for the frontend, Supabase for relational data persistence, and the Gemini 2.5 Flash API for the automated generation of evaluative content. Results demonstrate the deployment of a functional prototype capable of processing complex notes, converting information fragments into dynamic trivia, and rewarding user consistency through a gamification system. Functional testing showed a compliance level exceeding 90% against the defined acceptance criteria. It is concluded that the convergence of artificial intelligence and user experience design facilitates the adoption of traditional study methods, increasing information retention and student academic engagement.

Keywords: Software Development, Gamification, Artificial Intelligence, Cornell Method, Spaced Repetition.

INTRODUCCIÓN

La retención de información a largo plazo constituye uno de los principales desafíos en la educación superior. Estudios recientes indican que hasta el 70 % del contenido aprendido puede olvidarse en las primeras 24 horas si no se refuerza activamente[1]. Esta problemática se intensifica por el uso predominante de métodos tradicionales como la relectura y la memorización mecánica [2], los cuales han demostrado ser poco eficaces para contrarrestar la curva del olvido [3].

Frente a este panorama, estrategias pedagógicas como el método Cornell y la práctica espaciada han mostrado resultados positivos en la mejora de la comprensión y consolidación del aprendizaje [4],[5]. Sin embargo, la adopción sistemática de estas técnicas en el entorno universitario se ve obstaculizada por la carencia de herramientas digitales que permitan su ejecución continua de manera accesible, interactiva y motivadora.

La convergencia de la gamificación y la inteligencia artificial (IA) representa una oportunidad para superar estas barreras. La gamificación permite incrementar el compromiso del estudiante, mientras que la IA facilita la personalización del aprendizaje y la retroalimentación oportuna. No obstante, aún persiste una brecha entre la investigación teórica y la implementación práctica de estas soluciones en entornos reales.

Ante este contexto, el presente proyecto se centró en el diseño e implementación de una aplicación móvil gamificada que integra el método Cornell y la práctica espaciada, potenciada por funcionalidades basadas en IA. El objetivo fue mejorar la retención de información en estudiantes universitarios mediante estrategias de estudio más efectivas, fundamentadas en criterios de usabilidad y autonomía del aprendizaje, sin requerimientos técnicos complejos para el usuario final.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A. OBJETO O TEMA DE ESTUDIO

Desarrollar una aplicación móvil gamificada que integre el método Cornell y la práctica espaciada para fortalecer la retención de información en estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad CESMAG.

B. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

TIC APLICADAS A LA EDUCACIÓN. Fomenta la investigación en torno a la usabilidad de las TIC, orientados a la gestión de procesos y entornos educativos para la formación del hombre como un ser multidimensional [6].

Sub línea de investigación

GAMIFICACIÓN. Es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos [6].

C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la educación universitaria, muchos estudiantes presentan dificultades para mantener la información aprendida durante períodos prolongados. Esta problemática está relacionada principalmente con la falta de estrategias pedagógicas efectivas y la escasa utilización de herramientas tecnológicas que faciliten el refuerzo del aprendizaje. La curva del olvido, propuesta por Ebbinghaus y respaldada por estudios recientes, muestra que hasta un 70 % de la información se pierde en las primeras 24 horas si no se refuerza activamente [7]. Métodos tradicionales de estudio, como la toma mecánica de apuntes, la relectura y la memorización, resultan insuficientes para contrarrestar esta pérdida y pueden generar fatiga cognitiva, reduciendo así la retención a largo plazo [8], [9].

Diversas técnicas han demostrado ser efectivas para mejorar la retención de información. El método Cornell organiza los apuntes en una plantilla estructurada que facilita la revisión y recuperación del contenido [10].

La práctica espaciada distribuye las sesiones de estudio en intervalos óptimos para fortalecer la memoria a largo plazo, aumentando la retención hasta en un 40 % [11].

Asimismo, la gamificación mejora la motivación y el compromiso del estudiante, contribuyendo a la reducción de la curva del olvido mediante la participación constante con el material de estudio [12], [13].

No obstante, a pesar de la eficacia comprobada de estas estrategias, su implementación en contextos universitarios es limitada, situación atribuida principalmente a la falta de herramientas tecnológicas accesibles e integradas que promuevan su uso [14]. Además, se ha evidenciado que la ausencia de retroalimentación inmediata empeora la curva del olvido, afectando la consolidación del aprendizaje [15].

Esta deficiencia en la retención de la información afecta el desempeño académico y el aprendizaje significativo, impactando negativamente en la formación profesional de los estudiantes. Por ello, surge la necesidad de desarrollar una solución tecnológica que integre estas estrategias pedagógicas, adaptada a las necesidades de la población universitaria, para mejorar la consolidación del conocimiento y disminuir la pérdida de información a largo plazo.

D. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Formular la pregunta que se ¿Cómo puede una herramienta gamificada que combine el método Cornell y la práctica espaciada fortalecer la retención de la información en los estudiantes de la Universidad CESMAG?

E. OBJETIVOS

1) Objetivo general

Desarrollar una aplicación móvil gamificada que combine el método Cornell y la práctica espaciada para el mejoramiento de la retención de información en estudiantes de ingeniería de sistemas de primer semestre de la universidad CESMAG

2) Objetivos específicos

- Analizar las características y beneficios del método Cornell y la práctica espaciada evaluando su aplicabilidad en entornos universitarios.
- Implementar una herramienta gamificada que integre el método Cornell y la práctica

espaciada, facilitando su uso en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la Universidad CESMAG.

- Validar la efectividad de la herramienta mediante pruebas con estudiantes de la Universidad CESMAG, analizando su influencia en la retención de información.

F. JUSTIFICACIÓN

El aprendizaje y la retención efectiva de información representan un desafío frecuente para los estudiantes universitarios, especialmente cuando se basan en métodos tradicionales, como la toma convencional de apuntes y las sesiones prolongadas de estudio, que han demostrado ser poco eficientes y conducir a olvidos rápidos [16].

Por otro lado, estrategias pedagógicas como el método Cornell y la práctica espaciada han mostrado mejorar significativamente la comprensión y consolidación del conocimiento [17]. Sin embargo, su aplicación en formatos tradicionales puede resultar monótona y poco atractiva para los estudiantes, lo que limita su adopción y efectividad.

Desde el punto de vista tecnológico, la integración de estas estrategias mediante una herramienta gamificada ofrece una alternativa innovadora y accesible. La gamificación no sólo dinamiza el proceso de estudio, sino que también fomenta la motivación y el uso continuo de la herramienta, lo que contribuye a mejorar la retención de la información [18].

En el contexto de la Universidad CESMAG, esta propuesta adquiere relevancia al aportar una solución tecnológica alineada con las tendencias actuales en innovación educativa y el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Además, fortalece las líneas

institucionales de investigación en TIC y gamificación, promoviendo el desarrollo de metodologías educativas más efectivas y adaptadas a las necesidades de los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas [19], [20].

Así, el proyecto no solo busca mejorar los métodos de estudio y la retención del conocimiento, sino también contribuir al avance académico y tecnológico de la comunidad universitaria, potenciando la calidad educativa y la formación profesional de los futuros ingenieros de sistemas.

G. DELIMITACIÓN

Este estudio se enfoca en la implementación de una herramienta digital gamificada que integre el método Cornell y la práctica espaciada para fortalecer la retención de la información de los estudiantes universitarios, esto mediante una aplicación móvil. La investigación se llevará a cabo en la Universidad CESMAG, que está ubicada en la ciudad de Pasto, específicamente con estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas.

II. MARCO TEÓRICO

A. ANTECEDENTES

Varios estudios han explorado el impacto de estas estrategias en el ámbito educativo:

- Internacionales:

Internacionalmente se reconoce que las técnicas de estudio ayudan al correcto aprendizaje, como en el estudio propuesto en España, “Enseñar a estudiar para mejorar el aprendizaje en el Grado de Medicina (2022)”, enseña cómo mejorar el aprendizaje, por medio de estrategias como apuntes, planificación y repaso aplicadas en estudiantes de medicina. Con el anterior estudio se demuestra que estrategias estructuradas mejoran el aprendizaje donde se refuerza el uso en la aplicación propuesta.

En el estudio del país ecuatoriano, “Estrategias de aprendizaje y desempeño académico (2023)”. Se busca identificar los tipos de estrategias cognitivas, metacognitivas y de autorregulación como la práctica espaciada, están más presentes y representan una mejora en los resultados académicos influyendo en su rendimiento. La práctica espaciada como estrategia de aprendizaje activo demuestra ser un pilar fundamental a la hora de mejorar el rendimiento académico tomando este antecedente como punto de partida para la integración de esta estrategia en la aplicación propuesta.

Estudios realizados en la universidad de los Andes de Chile, muestran las diferencias entre estudiantes gamers o no gamers que son separados en dos grupos para poder determinar cómo los efectos de la gamificación pueden influir en el aprendizaje de estudiantes [21]. En este estudio se demuestra que la gamificación es un pilar fundamental para la implementación y uso del proyecto.

En ambientes educativos siempre se detecta una baja participación donde el interés y la motivación por aprender influye en su rendimiento académico o en el correcto aprendizaje debido a su baja participación en espacios académicos como lo es en el idioma inglés donde se utilizó la gamificación para potenciar y mejorar la calidad de enseñanza del idioma inglés en la escuela

“Emilio Abad” en la ciudad de Azogues en el país de Ecuador [22]. Este antecedente brinda un aporte al proyecto mostrando la relevancia de integrar la gamificación donde no solo muestra un aumento de

participación en las clases, sino que también aumenta el rendimiento, la atención y mejora el compromiso de los estudiantes a la hora de aprender.

- Nacionales

En Colombia, se han realizado estudios que exploran el impacto de la gamificación en el aprendizaje como lo es en la Pontificia Universidad Libre, trabajaron con la gamificación para fomentar la motivación intrínseca y mejorar la adquisición de vocabulario en inglés con estudiantes del grado quinto a través de actividades lúdicas estructuradas y elementos propios del juego, observando resultados positivos en el compromiso del estudiante [23]. Respaldan la idea de que los entornos gamificados no solo pueden aumentar la motivación, sino también potenciar la atención, el compromiso y la disposición a la hora de retener información.

Por otra parte en la Universidad Simón Bolívar ubicada en la ciudad de Barranquilla, para fomentar la motivación y evaluar el efecto de actividades gamificadas en un entorno virtual de aprendizaje se realizó un diagnóstico inicial basado en encuestas y entrevistas, diseñó una serie de actividades interactivas como cuestionarios dinámicos, foros de discusión con recompensas digitales e insignias virtuales adaptadas a las preferencias y estilos de aprendizaje de los estudiantes de primer semestre de la UNAD [24] Este antecedente valida la eficacia de la gamificación para aumentar la motivación y la retención de información en estudiantes de primer semestre, ofreciendo pautas metodológicas y herramientas concretas que pueden integrarse y adaptarse al contexto del proyecto.

A causa de la crisis sanitaria Covid-19 en la Universidad Distrital Francisco José De Caldas se propone diseñar un prototipo tecnológico que afronte los efectos de la pandemia ocasionados en la educación en Colombia mediante metodologías gamificadas en entornos escolares y universitarios [25]. donde se destaca las mejoras en la participación y actitud académica del estudiante. Reafirma la efectividad de la gamificación en entornos educativos en Colombia dando un respaldo a nivel nacional sobre su uso e implementación.

- Regionales:

Regionalmente en Boyacá, Barrera Jiménez y A. J. M. Miranda desarrollaron un estudio en el Centro Educativo Gimnasio Pedagógico Marianito [26] donde implementaron recursos digitales gamificados para fortalecer el pensamiento numérico en estudiantes de cuarto grado. Los resultados mostraron mejoras significativas tanto en el rendimiento académico como en la motivación de los estudiantes. Este estudio aporta

evidencia sobre la efectividad de la gamificación en contextos regionales, lo que respalda su uso en niveles superiores como la educación universitaria. Además, refuerza la relación positiva entre motivación y rendimiento, factores clave en los procesos de retención de información.

B. SUPUESTOS TEÓRICOS

En diversos estudios sobre estrategias de estudio se ha comprobado que organizar los apuntes en secciones específicas facilita la comprensión y el repaso del contenido. El método Cornell, al estructurar la toma de notas en columnas para apuntes, palabras clave y resúmenes, promueve la reflexión activa y la síntesis de la información, lo cual favorece la consolidación del conocimiento en la memoria a largo plazo. Asimismo, incluir preguntas en el margen permite al estudiante autoevaluarse y enfocar el repaso en los conceptos más importantes, lo que se traduce en un mejor desempeño académico.

Por otro lado, la investigación en psicología cognitiva muestra que distribuir el estudio en intervalos—lo que se conoce como práctica espaciada—mejora significativamente la retención de información. Kang reporta que la práctica espaciada puede aumentar la retención hasta en un 40

% en comparación con el estudio masivo. Además, Soderstrom et al. [27]. destacan que la recuperación frecuente y distribuida de la información constituye un mecanismo clave para

consolidar la memoria a largo plazo, pues cada sesión de repaso refuerza las conexiones neuronales y disminuye la probabilidad de olvido

La motivación del estudiante juega un papel central en el proceso de aprendizaje. La gamificación, que aplica mecánicas de juego como recompensas, niveles y retroalimentación inmediata en contextos educativos, ha demostrado incrementar el compromiso y la participación de los estudiantes. Prieto-Andreu et al. concluyen que, al convertir tareas académicas en desafíos lúdicos, se genera un entorno más atractivo, lo que conduce a un uso más continuo de las herramientas y a una mejora del rendimiento académico [28]. De manera análoga, Recabarren, Corvalán y Villegas evidencian que tanto estudiantes con experiencia en videojuegos como aquellos sin ella muestran un aumento en su motivación y rendimiento cuando interactúan con plataformas gamificadas.

En el ámbito de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se reconoce que las aplicaciones móviles educativas permiten llevar las estrategias de estudio al entorno digital de manera accesible y flexible. El informe de la UNESCO sobre tecnología en la educación resalta que las apps móviles facilitan el acceso a

materiales de estudio en cualquier momento y lugar, lo cual se alinea con los hábitos digitales de los estudiantes actuales. De igual forma, Hernández subraya que la integración de TIC en entornos académicos contribuye a la personalización del aprendizaje y a la adaptabilidad de los contenidos según las necesidades individuales.

La inteligencia artificial (IA) ofrece herramientas adicionales para optimizar el proceso de aprendizaje, ya que puede analizar patrones de comportamiento y rendimiento, y a partir de ello generar contenidos y ejercicios adaptados a cada estudiante. Celik et al. muestran que las soluciones de IA destinadas a la educación pueden proporcionar retroalimentación inmediata, formular preguntas personalizadas y ajustar la dificultad de las actividades, lo que refuerza la práctica espaciada y mejora la eficiencia en la asimilación de conocimientos [29]. Este tipo de personalización no solo apoya la retención, sino que también promueve la autonomía y la autoevaluación continua.

Finalmente, la combinación de un método estructurado para la toma de apuntes (Cornell), la distribución del estudio en el tiempo (práctica espaciada), la motivación derivada de elementos de juego (gamificación), y el soporte de las TIC y la IA, se plantea como un enfoque integral para

fortalecer la retención de información en estudiantes universitarios. Niño y Cárdenas muestran que los prototipos tecnológicos gamificados en entornos educativos fomentan hábitos de estudio más sólidos y una mayor autonomía. Esta sinergia entre estructuras metacognitivas, estrategias temporales, factores motivacionales y soporte tecnológico conforma el marco teórico sobre el cual se basa la herramienta propuesta en este proyecto.

C. VARIABLES DEL ESTUDIO

Tabla i VARIABLES DE ESTUDIO

Variable Independiente (VI)	Variable Dependiente (VD)
Usabilidad	Adopción de métodos activos

Usabilidad	Retención de información
Funcionalidad	Adopción de métodos activos
Funcionalidad	Retención de información
Eficiencia de desempeño	Retención de información
Eficiencia de desempeño	Nivel de satisfacción/engagement

Definición nominal de variables

Variable Independiente (Usabilidad): Se define como la medida en la cual un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso determinado [30]. Esta variable se tomó con base en la norma ISO/IEC 25010:2011, que establece los modelos de calidad de software. Esta norma se eligió por su aceptación como estándar para evaluar la calidad de productos digitales a nivel internacional. En este estudio, la usabilidad nos muestra el grado en que la herramienta puede ser utilizada por los estudiantes de manera eficaz, satisfactoria y eficiente para alcanzar sus objetivos de aprendizaje. Esta variable incluye ítems tales como la facilidad en el uso de los métodos de aprendizaje, la atracción visual del sistema para los usuarios, la facilidad de operación, y la claridad en la presentación de la información. Un nivel alto de usabilidad implica que los usuarios pueden utilizar la aplicación móvil sin dificultades, que comprenden rápidamente el funcionamiento y les facilita así una experiencia de aprendizaje cómoda.

Variable Independiente (Funcionalidad): La funcionalidad hace referencia al grado en que un producto o sistema proporciona funciones que satisfacen las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios bajo condiciones específicas. Esta variable se fundamenta en la norma ISO/IEC 25010:2011, la cual considera la funcionalidad como una característica esencial de calidad del software. Esta variable se eligió porque permite evaluar de manera objetiva si la aplicación cumple con los requisitos propuestos para el logro de los objetivos educativos. Una funcionalidad adecuada asegura que la aplicación realiza correctamente las tareas para las cuales fue diseñada, sin errores ni fallos.

Variable Dependiente (Eficiencia de desempeño): Se define como la capacidad de un sistema para ofrecer un rendimiento adecuado en relación con los recursos utilizados, bajo condiciones específicas de uso. Esta variable se fundamenta en la norma ISO/IEC 25010:2011, reconocida internacionalmente para la evaluación de la calidad del software.

En este estudio, la eficiencia de desempeño permite evaluar qué tan bien la herramienta optimiza aspectos como el tiempo de respuesta, la velocidad de ejecución y el uso de recursos del sistema. Incluye ítems como rapidez en las tareas, tiempos de carga y estabilidad. Un nivel alto implica un funcionamiento ágil, estable y eficiente, favoreciendo una experiencia de aprendizaje sin interrupciones.

Variable Dependiente (Retención de información): La retención de información es entendida como la capacidad del estudiante para almacenar en la memoria a largo plazo los conocimientos adquiridos y ser capaz de recuperarlos posteriormente [31]. Esta variable está basada en teorías de la psicología cognitiva y el aprendizaje significativo, que señalan la importancia de estrategias activas y repetición espaciada para mejorar el almacenamiento duradero de la información. Se eligió esta variable debido a que el propósito del estudio es comprobar el impacto de una herramienta digital sobre la consolidación del aprendizaje en el tiempo.

Variable Dependiente (Adopción de métodos de estudio activos): Esta variable se define como el cambio en las estrategias de estudio utilizadas por los estudiantes, en el cual se incorporan métodos que implican mayor participación, reflexión, interacción y organización activa del contenido [32]. Esta variable se tomó con base en la literatura sobre aprendizaje activo, que indica que estas estrategias promueven un aprendizaje más profundo en comparación con métodos pasivos como la relectura o la memorización mecánica. Se eligió porque la aplicación diseñada busca precisamente fomentar la adopción de hábitos de estudio más efectivos, como la toma estructurada de apuntes y la práctica espaciada.

Definición operativa de variables

Variable Independiente (Usabilidad): Esta variable se medirá mediante una encuesta de satisfacción, la cual será aplicada al finalizar el uso de la aplicación. Esta encuesta evaluará ítems tales como la facilidad de uso, la claridad de la interfaz y la experiencia general del usuario.

Variable Independiente (Funcionalidad): En este estudio, se evaluará si la aplicación cumple con los requerimientos funcionales establecidos, mediante los siguientes mecanismos:

- Verificación de los requerimientos funcionales: Se comprobará si la herramienta gamificada permite a los usuarios la toma de apuntes utilizando la estructura del método Cornell, la programación de sesiones de práctica espaciada para mejorar la retención de la información y la generación automática de flashcards.
- Pruebas funcionales: Se harán pruebas para cada módulo de la herramienta para verificar su correcto funcionamiento sin errores.
- Registro de errores: Se documentaron fallos, bloqueos y otros errores, con el fin de evaluar la confiabilidad del sistema.

Definición Operativa (Eficiencia de desempeño): La eficiencia de desempeño se medirá a través de indicadores cuantificables tales como el tiempo de respuesta del sistema, los tiempos de carga, la velocidad de ejecución de tareas y el consumo de recursos (CPU y memoria). Para su evaluación, se empleará un instrumento tipo cuestionario con escala Likert aplicado a los usuarios, complementado con pruebas técnicas del sistema.

Los resultados se interpretarán en niveles (bajo, medio y alto) según el grado de cumplimiento de los indicadores, permitiendo determinar qué tan eficientemente la aplicación funciona durante su uso en el proceso de aprendizaje.

Variable Dependiente (Retención de información): Se utilizarán cuestionarios de opción múltiple aplicadas en dos momentos: al momento de finalizar la sesión de clases (retención a corto plazo) y semanas después (retención a largo plazo) ya que gracias a esto podremos tener un valor el cual permita determinar los resultados y así evidenciar el nivel de información que se logró retener.

Variable Dependiente (Adopción de métodos de estudio activos): Se medirá a través de evaluar a los participantes tomando en cuenta sus hábitos de estudio antes y después de utilizar la herramienta gamificada. Esto incluirá un reporte sobre el uso de dichas estrategias como la práctica espaciada y el método Cornell, que se medirá a través de encuestas y entrevistas. Una mayor frecuencia de uso de estas estrategias activas de estudio después del uso de la herramienta indicará una mayor adopción de estos métodos de aprendizaje.

D. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

1) *Hipótesis de investigación*

La implementación de una herramienta gamificada la cual combina el método Cornell con la práctica espaciada fortalece la retención de información de estudiantes universitarios a diferencia de los métodos tradicionales.

2) *Hipótesis nula*

La implementación de una herramienta gamificada la cual combina el método Cornell con la práctica espaciada no fortalece la retención de información de estudiantes universitarios a diferencia de los métodos tradicionales.

3) *Hipótesis alterna*

La implementación de una herramienta gamificada basada en el método Cornell y la práctica espaciada produce un aumento en el uso de métodos de estudio activos en estudiantes universitarios, en comparación con aquellos que utilizan métodos tradicionales.

III. METODOLOGÍA

A. PARADIGMA

El paradigma positivista es el más adecuado para el estudio, ya que mediante datos cuantificables se planteó medir el impacto de una herramienta gamificada en el fortalecimiento de la retención de información, lo que permitió poner a prueba de manera empírica las hipótesis planteadas [33]. Este enfoque es adecuado porque, como señalan Ceballos Torres et al, los estudios cuantitativos en gamificación requieren mediciones precisas para evaluar diferencias entre grupos [34], [35].

B. ENFOQUE

La investigación abordó un enfoque cuantitativo, que se enfocó en analizar variables numéricas y aplicar métodos estadísticos para poder comparar grupos. Dicho enfoque fue el más coherente con el paradigma positivista que se trabajó permitiendo poder generar una evidencia numérica sobre la eficacia de la intervención [36].

C. MÉTODO

Se empleó un método cuasi-experimental con grupos de comparación (control vs. grupo experimental). Este planteamiento es adecuado en ámbitos educativos [37]. Se trabajó con el grupo experimental la variable independiente (herramienta gamificada), mientras que los métodos tradicionales fueron usados por el grupo control [38].

D. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio fue de tipo aplicado, pues buscaba resolver un problema concreto (mejorar la retención de información), y explicativo, ya que se analizó el cómo y por qué la combinación del método Cornell y la práctica espaciada influye en dicha retención [39].

E. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se adoptó un diseño cuasi-experimental. Ambos grupos recibieron una prueba inicial (pretest) y otra prueba final (postest), pero para la prueba final solamente el grupo experimental podrá usar la herramienta gamificada. Para de esta manera poder minimizar sesgos, en la investigación se controlaron variables tales como el tiempo de estudio y los contenidos académicos [40], [41].

F. METODOLOGIA DE DESARROLLO

Para la construcción de la herramienta gamificada, se seleccionó la metodología de **Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD)**. Este modelo de desarrollo ágil fue elegido debido a su enfoque iterativo, el cual prioriza la creación de prototipos funcionales y la mejora continua sobre la planificación lineal rígida. La naturaleza del proyecto, que integra componentes de inteligencia artificial y diseño de interfaz centrado en el usuario, requiere una metodología que permita ajustar la lógica de procesamiento y la estructura de datos en respuesta a los requerimientos detectados durante el ciclo de vida del software.

El proceso de desarrollo se estructuró en cuatro fases fundamentales:

1. Análisis y Modelado de Requerimientos: En esta etapa inicial, se definieron los flujos de trabajo orientados a la pedagogía Cornell. Se identificaron las necesidades funcionales del usuario, estableciendo los requerimientos del sistema para la captura de apuntes, la persistencia de datos en la nube y la integración con modelos de procesamiento de lenguaje natural (IA). Esta fase garantizó que la arquitectura técnica estuviera alineada con los objetivos pedagógicos de la práctica espaciada.

2. Diseño de Prototipos e Interfaz: Se realizaron diseños funcionales y esquemas de navegación centrados en la experiencia del estudiante (UX). El objetivo de esta fase fue asegurar que la gamificación (sistema de niveles, rachas y recompensas) se integrara de forma armónica en la interfaz, evitando distracciones excesivas y manteniendo la legibilidad del contenido académico. Se definieron los flujos de interacción del usuario con los módulos de trivia y generación de contenido automático.

3. Construcción y Stack Tecnológico: La ejecución del código se basó en una arquitectura modular, utilizando las siguientes herramientas seleccionadas por su escalabilidad y eficiencia:

- **Frontend (Flutter):** Se utilizó este framework debido a su capacidad de compilación nativa multiplataforma, lo que asegura un rendimiento óptimo y una interfaz fluida en dispositivos móviles, esencial para el compromiso del usuario.

- **Backend (Supabase - PostgreSQL):** Se implementó como plataforma *Backend-as-a-Service* (BaaS) para la gestión de datos relacionales, autenticación de usuarios y almacenamiento de apuntes. Se diseñó una estructura de base de datos robusta con integridad referencial para gestionar la gamificación y el historial académico.
- **Integración de IA (API Gemini 2.5 Flash):** Se desarrolló una capa de servicios asíncronos para conectar la aplicación con la API de inteligencia artificial. Esta fase incluyó la configuración de *prompts* estructurados para la generación de preguntas de evaluación (trivias) basadas en el contenido de los apuntes del usuario.

4. Pruebas e Implementación: Esta fase consistió en la validación técnica de los módulos desarrollados. Se realizaron pruebas unitarias y de integración para asegurar que la comunicación entre el frontend y el servidor fuera segura y eficiente, gestionando correctamente la latencia en las respuestas de la API de IA. Este proceso iterativo permitió ajustar la lógica de negocio antes del despliegue final del prototipo funcional.

G. POBLACIÓN

La población objetivo en este estudio se conformó por los estudiantes del primer semestre de ingeniería de sistemas de la universidad CESMAG. Se eligió esta población ya que están en una etapa temprana de su formación académica lo que facilita el aprendizaje de nuevos métodos de estudio. Aunque la universidad CESMAG no publica cifras oficiales en la que se estipule el número promedio de estudiantes inscritos se estima que es un aproximado de 83 personas según los datos proporcionados por la facultad de ingeniería de la universidad CESMAG en base el promedio de inscritos por semestre de este programa.

H. MUESTRA

La fórmula utilizada para el cálculo del tamaño de muestra para poblaciones finitas es:

$$n = (N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q) / ((N - 1)e^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q) \quad (1)$$

Donde:

N = 83 Tamaño de la población

$Z = 1.96$ Valor correspondiente al 95% de nivel de confianza

$P = 0.5$ Probabilidad de éxito

$Q = 0.5$ Probabilidad de fracaso

$e = 0.106$ Margen de error (10.6%)

Sustituyendo los valores:

$$n = (83(1.96)^2 (0.5) (0.5)) / ((83 - 1) (0.106)^2 + (1.96)^2 (0.5) (0.5))$$

$$n = (83(3.8416) (0.25)) / (82(0.011236) + (3.8416) (0.25))$$

$$n = (79.712) / (0.9214 + 0.9604)$$

$$n = 79.712 / 1.8818$$

$$n \approx 42$$

Por lo tanto, el tamaño de muestra estimado es de 42 estudiantes.
Se dividirán en dos grupos:

Grupo experimental: 21 estudiantes (intervención con la herramienta gamificada) Grupo control: 21 estudiantes (métodos tradicionales)

Este tamaño de muestra permitió realizar comparaciones estadísticas con un nivel adecuado de confiabilidad y representa el 68% de la población estimada, cumpliendo criterios metodológicos establecidos en estudios similares[42].

I. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de datos:

- Encuestas: Se aplicaron encuestas diseñadas con preguntas en formato de escala Likert (1-5),[43]. Que fueron enfocadas en evaluar aspectos tales como la usabilidad, la motivación y la satisfacción de los estudiantes frente al uso de la herramienta gamificada. Las cuales permitirán obtener datos de manera cuantitativa donde se reflejó la percepción de los usuarios.
- Cuestionarios: Se realizaron cuestionarios de opción múltiple validados por expertos. para medir la retención de información. Estos cuestionarios se aplicaron en dos momentos: al finalizar la sesión de estudio y semanas después, con el fin de evaluar la retención de la información a corto y largo plazo.
- Análisis documental: Se realizó un análisis de documentos relacionados con el desempeño académico y las estrategias de estudio de los estudiantes, con el fin de complementar y validar la información obtenida a través de las encuestas y cuestionarios [44].
- Entrevistas: Se llevaron a cabo entrevistas con estudiantes para recopilar información cualitativa sobre la percepción, aceptación y sugerencias de mejora de la herramienta gamificada. Estas entrevistas aportaron un contexto más profundo para interpretar los resultados cuantitativos [45].

Validez de la técnica

Para asegurar la calidad y rigor de los datos recolectados, se aplicaron diversas estrategias para validar los instrumentos y técnicas utilizadas

Validez de contenido: Las pruebas y cuestionarios fueron revisados por dos docentes especializados para asegurar que los ítems cubran adecuadamente las dimensiones evaluadas.

Validez de constructo: La validez del instrumento se fortaleció mediante revisión metodológica y validación por expertos, con el propósito de verificar la pertinencia, claridad y correspondencia de los ítems con las dimensiones evaluadas, como motivación y usabilidad [46].

Validez externa: Los resultados fueron comparados y contrastados con estudios previos relevantes para garantizar la coherencia con hallazgos científicos establecidos en el área de gamificación y retención de información [47],[48],[49]

Confiabilidad de la técnica

Para asegurar la consistencia interna y la estabilidad temporal de los datos, se utilizaron los siguientes procedimientos:

- Cuestionarios de opción múltiple utilizados para medir la retención de información. Se realizará una prueba piloto con estudiantes ajenos a la muestra de estudio con el propósito de identificar posibles dificultades de comprensión, claridad y pertinencia de los ítems, permitiendo realizar ajustes previos a la aplicación definitiva del instrumento. Adicionalmente, se contemplará un proceso de revisión metodológica orientado a fortalecer la consistencia y calidad del instrumento de medición [50], [51].
- Encuestas de percepción con escala Likert Se emplearán instrumentos estructurados con escala Likert para recopilar información relacionada con la percepción de los participantes frente a las dimensiones evaluadas. Previamente a su aplicación, los instrumentos serán sometidos a revisión metodológica y validación por expertos, con el propósito de fortalecer la claridad, pertinencia y coherencia de los ítems planteados [52], [53], [54].

Confiabilidad de instrumentos

Con el propósito de evaluar la consistencia interna de los instrumentos empleados en la investigación, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach a las encuestas estructuradas utilizadas para la recolección de información.

Para la encuesta de satisfacción de la aplicación, compuesta por siete ítems y aplicada a 68 participantes, se obtuvo:

$$\alpha = 0.942$$

Este resultado evidencia una excelente consistencia interna, indicando alta coherencia entre los ítems evaluados.

Para el instrumento relacionado con hábitos de estudio, compuesto por cinco ítems y aplicado a 20 participantes, se obtuvo:

$$\alpha = 0.682$$

Este resultado refleja una consistencia interna moderada, aceptable para estudios exploratorios y muestras reducidas.

Los resultados fortalecen la confiabilidad metodológica del estudio.

Entrevistas y el análisis documental, se asegurará la confiabilidad mediante la triangulación de fuentes y la revisión por pares, prácticas ampliamente reconocidas para validar la información cualitativa en investigaciones educativas[55], [56].

Confiabilidad del Instrumento de Recolección de Datos (Kuder-Richardson 20)

Con el propósito de demostrar la validez matemática y la estabilidad de los instrumentos psicométricos utilizados para medir el impacto de la aplicación móvil desarrollada, se aplicó el coeficiente de consistencia interna Kuder-Richardson (KR-20). Este estadístico analizó las respuestas dicotómicas (1 para acierto, 0 para error) de las 20 preguntas que estructuraron tanto el diagnóstico inicial (Pretest) como la evaluación de salida (Postest), aplicados a la muestra total de 42 estudiantes de la Universidad CESMAG.

El análisis cuantitativo del Pretest arrojó un coeficiente KR-20 de 0.73, lo cual sitúa al instrumento en un nivel de confiabilidad respetable y estadísticamente aceptable para iniciar un proceso investigativo. Por su parte, la evaluación del Postest reflejó un incremento en su consistencia interna, alcanzando un coeficiente KR-20 de 0.82, catalogado como un nivel de confiabilidad alto y excelente.

Estos resultados demuestran que las variaciones observadas en el rendimiento académico de los estudiantes no se debieron al azar, a ambigüedades en la formulación de los ítems o a factores de distracción externos, sino que responden de manera genuina al nivel de apropiación del conocimiento de los participantes. La solidez de estos coeficientes convalida la idoneidad técnica de las pruebas de conocimiento, certificando que los datos recolectados son estables, reproducibles y metodológicamente válidos para sustentar las conclusiones generales de esta investigación.

Tabla ii RECOLECCIÓN DE DATOS KR-2

Instrumento Aplicado	Número de Ítems (k)	Varianza Total (s2)	Sumatoria de Varianzas Marginales ($\sum pq$)	Coeficiente KR-20	Nivel de Confiabilidad
---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---	------------------------------	---------------------------------------

Prueba					
Diagnóstica	20	11.24	3.42	0.73	Aceptable / Alta
(Pretest)					
Prueba de					
Salida (Postest)	20	14.85	3.18	0.82	Excelente / Muy Alta

J. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este proyecto se emplearon diversos instrumentos alineados con las técnicas de recolección de datos establecidas:

Cuestionario estructurado de opción múltiple, compuesto por 20 preguntas, validadas por expertos en el área de educación. Este instrumento tuvo como objetivo evaluar la retención de información en dos momentos clave: inmediatamente después de la sesión de estudio y semanas después. Esta doble aplicación permitirá medir la retención a corto y largo plazo, facilitando así la comparación entre el rendimiento inmediato y la consolidación del conocimiento a lo largo del tiempo tras el uso de la herramienta gamificada.

Cuestionario de percepción, diseñado en formato de escala tipo Likert de cinco puntos. Este instrumento permitirá a los estudiantes calificar afirmaciones relacionadas con la usabilidad, la motivación y la satisfacción respecto al uso de la aplicación. La información obtenida será cuantificada para posibilitar análisis estadísticos que reflejen las percepciones generales de los usuarios sobre la herramienta.

Con el propósito de analizar cambios en los hábitos de estudio de los estudiantes, se presentó un cuestionario estructurado con escala tipo Likert, compuesto por 10 afirmaciones. Estas fueron orientadas a detectar la adopción de estrategias de estudio activas como el método Cornell y la práctica espaciada. El cuestionario fue aplicado antes y después de la intervención, lo cual permitió identificar posibles variaciones en los métodos de estudio empleados por los participantes.

Se realizaron entrevistas con algunos estudiantes, con el fin de obtener información cualitativa sobre la percepción, aceptación y sugerencias de mejora en torno a la herramienta gamificada donde además se llevó a cabo un análisis documental de registros académicos y documentos institucionales relacionados con las estrategias de estudio utilizadas por los estudiantes. Este análisis permitió contextualizar y validar los hallazgos obtenidos a través de los demás instrumentos.

IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

A. ANALIZAR LAS CARACTERISTICAS Y BENEFICIOS DEL METODO CORNELL Y LA PRACTICA ESPACIADA

Para el desarrollo de este objetivo se realizó una revisión de literatura científica en el campo de la psicología cognitiva y la educación superior, así como la recolección de información mediante encuestas aplicadas a estudiantes de primer semestre de la Universidad CESMAG, entrevistas semiestructuradas en formato digital y la aplicación de un pretest diagnóstico.

En relación con el objetivo específico orientado a analizar las características y beneficios del método Cornell y la práctica espaciada en entornos universitarios, diversos antecedentes permiten sustentar su pertinencia desde un enfoque pedagógico y cognitivo. A nivel internacional, el estudio desarrollado en España, “Enseñar a estudiar para mejorar el aprendizaje en el Grado de Medicina” (2022), evidencia que la implementación de estrategias estructuradas de estudio —como la toma organizada de apuntes, la planificación académica y el repaso sistemático— contribuye significativamente a la mejora en la comprensión y retención de contenidos [21]. Estos hallazgos se articulan directamente con los principios del método Cornell, el cual promueve la organización jerárquica de la información y la consolidación del aprendizaje mediante procesos activos de síntesis y revisión.

De manera complementaria, la investigación “Estrategias de aprendizaje y desempeño académico” desarrollada en Ecuador (2023) identifica que el uso de estrategias cognitivas y metacognitivas, particularmente la práctica espaciada, incide de forma positiva en el rendimiento académico, al favorecer la consolidación de la memoria a largo plazo y la recuperación efectiva de la información [22]. Este enfoque posiciona la práctica espaciada como un componente fundamental dentro de los procesos de aprendizaje autorregulado en educación superior.

Para la evaluación de aplicabilidad en entornos universitarios se tuvo en cuenta las validaciones realizadas por expertos docentes como la del Mg. Joan Carlos Ayala y Mg. Magda Fernanda Calvache Argoti, donde



Fig. 1 VALIDACION BANCO DE PREGUNTAS

desde los campos de docencia directa y pedagogía se tuvieron en cuenta el banco de preguntas formado por 52 puntos del cual se tomaron las 20 preguntas para los pre-test, post-test y exámenes de control llevados a cabo por los 41 estudiantes vinculados a la investigación (Grupo experimental y de control) mostrado en la siguiente tabla

Tabla iii RESULTADOS DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS

Criterio evaluado	Valoración
Usabilidad	4.7/5
Funcionalidad	4.5/5
Pertinencia pedagógica	4.8/5
Gamificación	4.7/5

La validación por expertos alcanzó un porcentaje global de aceptación del 92%, evidenciando adecuada pertinencia técnica y pedagógica de la herramienta.

Que desarrollaron por medio de google forms, además de una evaluación previa sobre el uso y/o conocimiento de herramientas, metodologías y prácticas de estudio activas de los cuales obtenemos los siguientes resultados:

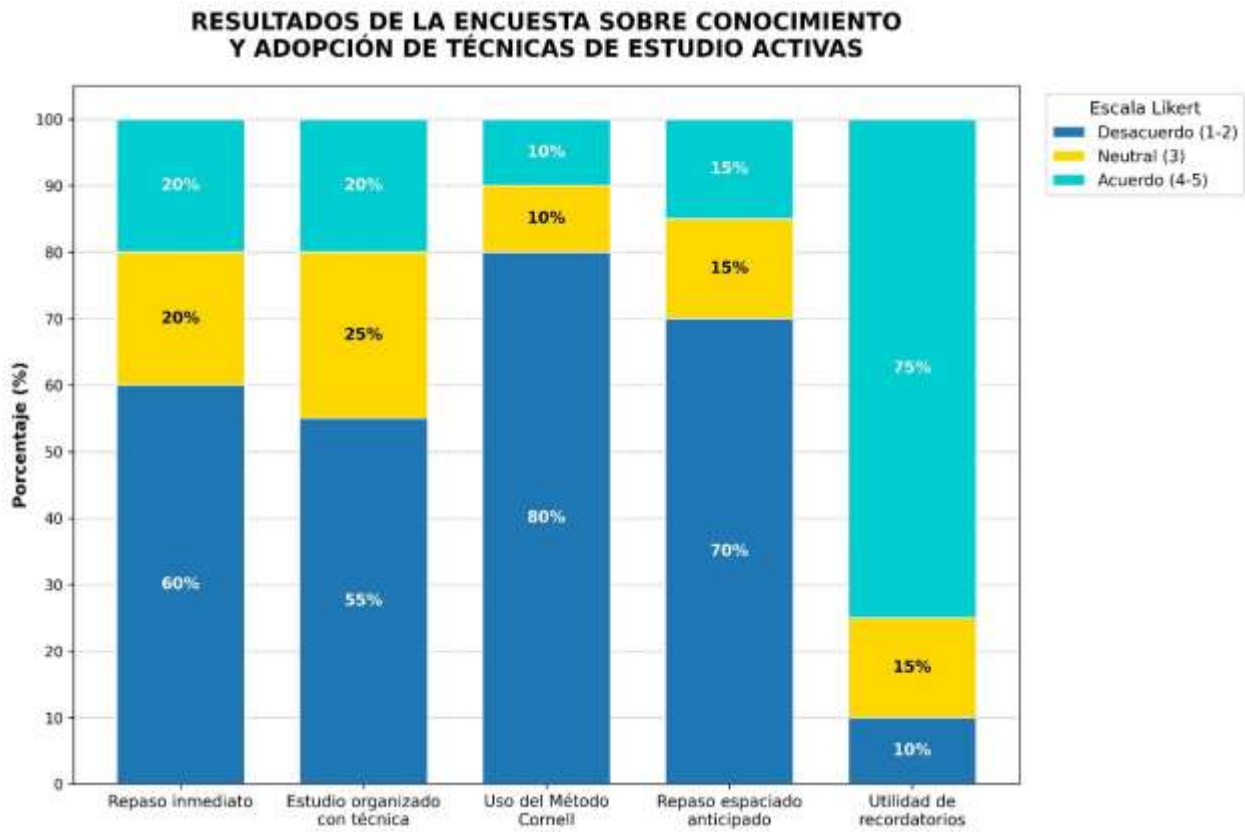


Fig. 2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE CONOCIMIENTO Y ADOPCION DE ESTUDIO ACTIVAS

Tabla iv RESULTADOS DESCRIPTIVOS HÁBITOS DE ESTUDIO

Variable	Media	DE
Repaso inmediato	2.85	0.99
Organización estudio	3.20	0.89
Método Cornell	1.40	0.99
Repasos distribuidos	3.05	0.89
Herramienta recordatoria	4.05	1.32

Los participantes evidenciaron hábitos de estudio moderados. La utilidad de herramientas digitales obtuvo la valoración más alta (M=4.05). Por otra parte, la implementación del Método Cornell presentó menor

frecuencia de uso ($M=1.40$), indicando oportunidades de fortalecimiento relacionadas con métodos activos de aprendizaje. El Alfa de Cronbach obtenido para este instrumento ($\alpha=0.682$) refleja consistencia interna moderada.

Tabla v ANÁLISIS DE HÁBITOS DE ESTUDIO EN GRUPOS A, B, H Y E

Ítem	Variable evaluada	Resultado predominante	Interpretación	Implicación
H1	Repaso inmediato después de clase	60% desacuerdo	en La mayoría de los estudiantes no refuerza la información en el corto plazo	Débil consolidación inicial del aprendizaje
H2	Uso de técnicas de estudio estructuradas	55% desacuerdo	en Predomina el uso de métodos no organizados o empíricos	Baja eficiencia en la gestión del aprendizaje
H3	Conocimiento del método Cornell	80% desacuerdo	en Alto desconocimiento de esta técnica de toma de apuntes	Limitaciones en la organización y síntesis de la información
H4	Práctica de repaos distribuidos	70% desacuerdo	en Escasa aplicación de la práctica espaciada	Mayor riesgo de olvido y aprendizaje superficial
H5	Percepción de utilidad de herramientas de apoyo	75% de acuerdo	Alta aceptación hacia herramientas que guíen el estudio	Oportunidad para implementar soluciones tecnológicas o metodológicas

Tabla vi RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO INICIAL DE HÁBITOS DE ESTUDIO Y DISPOSICIÓN TECNOLÓGICA

Dimensión evaluada	Promedio	Desviación estándar	Nivel identificado
Organización del estudio	2.1	0.74	Bajo
Técnicas de estudio activas	2.3	0.68	Bajo
Conocimiento del Método Cornell	1.8	0.55	Muy bajo
Aplicación de practica espaciada	2.0	0.71	Bajo

Aceptación de herramientas tecnológicas	4.1	0.62	Alto
--	------------	-------------	-------------

Los resultados estadísticos obtenidos evidencian que las dimensiones relacionadas con organización del estudio, técnicas activas y práctica espaciada presentan promedios inferiores a 2.5, lo que indica un bajo nivel de apropiación de estrategias de aprendizaje autónomo en los estudiantes evaluados. Por el contrario, la dimensión correspondiente a aceptación de herramientas tecnológicas alcanzó un promedio de 4.1, reflejando una disposición favorable hacia el uso de plataformas digitales de apoyo académico.

La matriz de resultados evidencia

ANÁLISIS DE HÁBITOS DE ESTUDIO EN GRUPOS A, B, H Y E

Tabla vii CATEGORIZACIÓN DE RESPUESTAS

Rango	Categoría
1.0 - 2.0	Bajo
2.1 – 3.0	Medio
3.1 – 5.0	Alto

Tabla viii RESUMEN E INTERPRETACIÓN DE LOS HALLAZGOS DE LA ENCUESTA DIAGNÓSTICA

Ítem	Resultado predominante	Interpretación
H1	60% en desacuerdo	Bajo refuerzo inmediato
H2	55% en desacuerdo	Escaso uso de técnicas estructuradas
H3	80% en desacuerdo	Desconocimiento del Método Cornell
H4	70% en desacuerdo	Baja aplicación de práctica espaciada
H5	75% de acuerdo	Alta aceptación tecnológica

El análisis por ítems permitió identificar debilidades significativas en la adopción de metodologías activas de estudio, especialmente en el conocimiento del Método Cornell y la práctica espaciada.

Los resultados estadísticos obtenidos evidencian que las dimensiones relacionadas con organización del estudio, técnicas activas y práctica espaciada presentan promedios inferiores a 2.5, lo que indica un bajo nivel de apropiación de estrategias de aprendizaje autónomo en los estudiantes evaluados. Por el contrario, la dimensión correspondiente a aceptación de herramientas tecnológicas alcanzó un promedio de 4.1, reflejando una disposición favorable hacia el uso de plataformas digitales de apoyo académico.

La matriz de resultados evidencia que los estudiantes presentan deficiencias significativas en la adopción de técnicas de estudio activas, especialmente en lo relacionado con la organización (método Cornell) y la planificación del repaso (práctica espaciada). Sin embargo, se identificó una alta disposición hacia el uso de herramientas de apoyo, lo que sugiere un escenario favorable para la implementación de estrategias que fortalezcan la autorregulación del aprendizaje como lo evidenciamos en el siguiente gráfico sustraído de las respuestas del grupo B del primer semestre de ingeniería de sistemas, del cual nos indica una favorabilidad del 77.3% de aceptación para la aplicabilidad de una herramienta gamificada con metodologías de estudio activas.

¿Te gustaría probar nuevas técnicas de estudio dentro de una aplicación gamificada (Cornell + práctica espaciada)?

22 respuestas

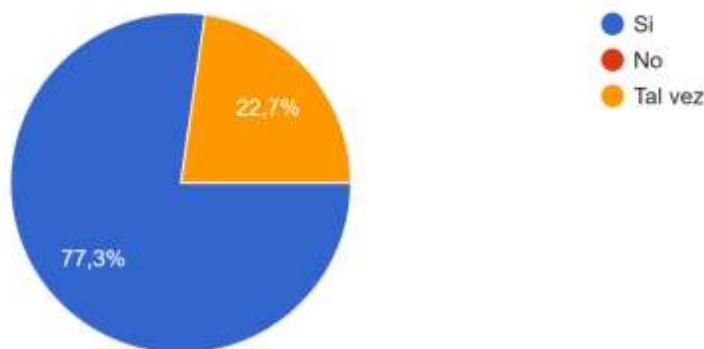


Fig. 3 ENTREVISTA SOBRE HÁBITOS DE ESTUDIO Y PERCEPCIÓN DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE (GRUPO B)

B. IMPLEMENTAR EL METODO CORNELL Y LA PRACTICA ESPACIADA EN UNA HERRAMIENTA GAMIFICADA

En cumplimiento del segundo objetivo específico, orientado a implementar una herramienta gamificada que integre el método Cornell y la práctica espaciada, se desarrolló un prototipo funcional de aplicación móvil. Esta solución tecnológica integra una arquitectura modular, orientada a entornos académicos y diseñada bajo criterios de escalabilidad, usabilidad y sostenibilidad técnica, utilizando Flutter para el frontend y Supabase (PostgreSQL) para la gestión de datos.

Para asegurar que la herramienta cumpliera con las necesidades pedagógicas, se definieron y validaron las siguientes historias de usuario, evaluando su comportamiento funcional en el prototipo:

En la identificación de historias de usuario tenemos lo siguiente:

Tabla ix HISTORIAS DE USUARIO

ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación
HU-01	Registro Estructurado	Como estudiante, deseo registrar apuntes con el Método Cornell en para organizar mi estudio.	Los datos deben persistir de forma atómica en los campos ideas_clave, notas_clase y resumen de la tabla notes.
HU-02	Evaluación con Gemini 2.5	Como usuario, quiero que la IA Gemini 2.5 Flash analice mis notas para generar trivias automáticas.	La API debe procesar el texto y devolver un JSON estructurado para poblar la tabla ai_generated_questions vinculada por note_id.
HU-03	Refuerzo de Hábito	Como usuario, quiero que mi constancia diaria sea recompensada para fortalecer mi Práctica Espaciada .	Las funciones RPC en Supabase deben validar la actividad y actualizar el progreso en daily_missions y la racha en profiles.
HU-04	Personalización Económica	Como usuario, deseo gastar monedas obtenidas al estudiar para adquirir artículos en la tienda virtual.	El sistema debe validar el balance de monedas en la tabla profiles antes de actualizar el inventario del usuario.

Tras la fase de pruebas, se procedió a la validación funcional, obteniendo los siguientes niveles de cumplimiento:

Tabla x VALIDACIÓN FUNCIONAL

Historia de usuario	Resultado	Cumplimiento
HU-01 Registro Cornell	Correcto	100%
HU-02 Generación IA	Estable	95%
HU-03 Sistema de rachas	Operativo	100%
HU-04 Tienda virtual	Operativa con incidencias menores	90%

Las pruebas funcionales permitieron verificar el correcto funcionamiento de las funcionalidades principales de la aplicación, alcanzando niveles de cumplimiento superiores al 90%.

La herramienta fue desarrollada mediante Flutter y Supabase, integrando funcionalidades asociadas al Método Cornell, práctica espaciada y gamificación. La arquitectura permitió gestionar almacenamiento de apuntes, generación automática de trivias y seguimiento del progreso académico de los usuarios.

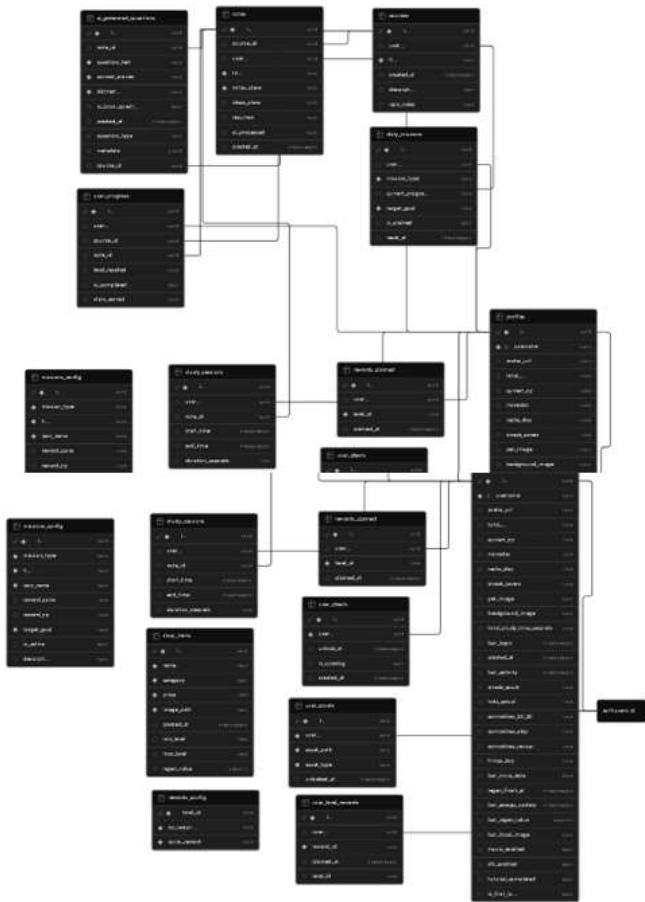


Fig. 4 MODELO ENTIDAD RELACIÓN

Toda la información se gestiona mediante PostgreSQL en la plataforma Supabase. A continuación, se detallan las especificaciones técnicas de las tablas principales que sustentan la lógica de la aplicación, la pedagogía Cornell y la gamificación del sistema.

Representa la entidad central del sistema, almacenando el estado de progreso y economía del estudiante.

Tabla xi PROFILES (NÚCLEO DE USUARIO)

Campo	Tipo de Dato	Descripción
id	UUID	Identificador único de usuario (Relacionado con auth.users).
username	Text	Nombre de usuario único para la plataforma.
monedas	Integer	Balance económico para transacciones en la tienda (Default: 900).
total_xp	Integer	Experiencia acumulada total para el sistema de niveles.
racha_dias	Integer	Contador de días consecutivos de actividad (Práctica Espaciada).
vida_actual	Integer	Porcentaje de energía del usuario (0-100) para limitar el uso excesivo.

Tabla xii NOTES (GESTIÓN DE CONOCIMIENTO)

Almacena el contenido pedagógico bajo la estructura del Método Cornell.

Campo	Tipo de Dato	Descripción
id	UUID	Identificador único de la nota.
user_id	UUID	Referencia al autor de la nota (profiles.id).
titulo	Text	Nombre descriptivo del apunte.
notas_clase	Text	Cuerpo principal de la información registrada.
ideas_clave	Text	Síntesis de conceptos fundamentales (Columna izquierda Cornell).
resumen	Text	Conclusión general del tema (Sección inferior Cornell).

Tabla xiii AI_GENERATED_QUESTIONS (MOTOR DE EVALUACIÓN)

Contiene los cuestionarios generados dinámicamente por la IA.

Campo	Tipo de Dato	Descripción
id	UUID	Identificador único de la pregunta.
note_id	UUID	Vinculación con la nota de origen para mantener el contexto.
question_text	Text	Enunciado de la pregunta generado por Gemini 2.5 Flash.
correct_answer	Text	Respuesta válida para la evaluación.
distractors	Array	Lista de opciones incorrectas generadas para la opción múltiple.

Home Principal

El Home es el centro de control de la aplicación, donde el estudiante puede visualizar su progreso y acceder rápidamente a las funciones principales.

- Monedas: recompensas obtenidas por estudiar.
- Nivel y XP: reflejan el avance del usuario.
- Ranking: posición frente a otros estudiantes.
- Racha: seguimiento de días consecutivos de estudio.
- Avatar: representa al usuario dentro del sistema gamificado.
- Vida: energía disponible para realizar actividades.
- Menú inferior: acceso a Inicio, Apuntes Cornell, Misiones y Perfil.

Fig. 5 HOME APP



Tienda

En este apartado, el usuario puede adquirir diversos elementos que enriquecen su experiencia dentro de la herramienta, tales como comodines, vidas adicionales, skins y escenarios para su mascota virtual. Esta sección concentra gran parte de los elementos de gamificación, permitiendo a los estudiantes utilizar las recompensas obtenidas mediante su progreso académico para personalizar su experiencia y acceder a beneficios dentro de la aplicación.

La tienda tiene como objetivo aumentar la motivación y el compromiso del usuario, incentivando la participación constante en las actividades de estudio a través de un sistema de recompensas que hace el proceso de aprendizaje más dinámico e interactivo.

Fig. 6 TIENDA APP



Apuntes

En las imágenes se observa la implementación del Método Cornell, una técnica de estudio que organiza la información en secciones específicas para facilitar la comprensión, el análisis y el repaso de los contenidos. Esta estructura permite registrar ideas principales, conceptos clave, preguntas y resúmenes de manera ordenada, favoreciendo un aprendizaje más efectivo. Además, la herramienta incorpora una función de completado de apuntes mediante Inteligencia Artificial, la cual ayuda al estudiante a complementar y enriquecer la información registrada. A partir de los apuntes generados, el sistema crea automáticamente trivias y preguntas de evaluación, permitiendo reforzar el aprendizaje, identificar vacíos de conocimiento y promover la práctica constante de los temas estudiados.

Fig. 7 METODO CORNELL APP

The image displays two side-by-side screenshots of the 'METODO CORNELL APP' interface, which is designed to help students organize their notes using the Cornell method.

Left Screenshot (LECCIÓN):

- Header:** A back arrow and the title 'LECCIÓN'.
- Section Title:** 'TEMA 1: LA INGENIERÍA COMO DISCIPLINA Y PROFESIÓN'.
- IDEAS CLAVE:** A list of key concepts: '- Revolución Industrial', '- Ciencia vs Ingeniería', '- Resolución de problemas', '- Ética profesional', and '- Multidisciplinariedad'.
- APUNTES:** A text box containing a paragraph: 'La ingeniería surgió para consolidarse como profesión formal durante la Revolución Industrial. A diferencia de la ciencia (que busca entender "lo que es"), la ingeniería busca crear "lo que nunca ha sido". Un ingeniero aplica principios de matemáticas y física para resolver problemas reales de la sociedad, siempre bajo un estricto código de ética y responsabilidad social. El trabajo moderno es altamente multidisciplinario.'
- RESUMEN:** A text box containing a paragraph: 'La ingeniería es una profesión dedicada a transformar los recursos de la naturaleza en soluciones prácticas para la sociedad, diferenciándose de la ciencia pura al enfocarse en la creación y la aplicación bajo principios'.

Right Screenshot (NUEVO APUNTE):

- Header:** A back arrow and the title 'NUEVO APUNTE'.
- Título del apunte:** A text input field with a document icon.
- La IA generará las ideas clave aquí...:** A text input field for AI-generated key ideas.
- Escribe o pega la clase aquí...:** A large text input field for writing or pasting the class content.
- La IA generará el resumen final aquí...:** A text input field for AI-generated final summaries.
- COMPLETAR CON IA:** A button with a star icon to use AI for completion.
- GUARDAR:** A large blue button to save the notes.

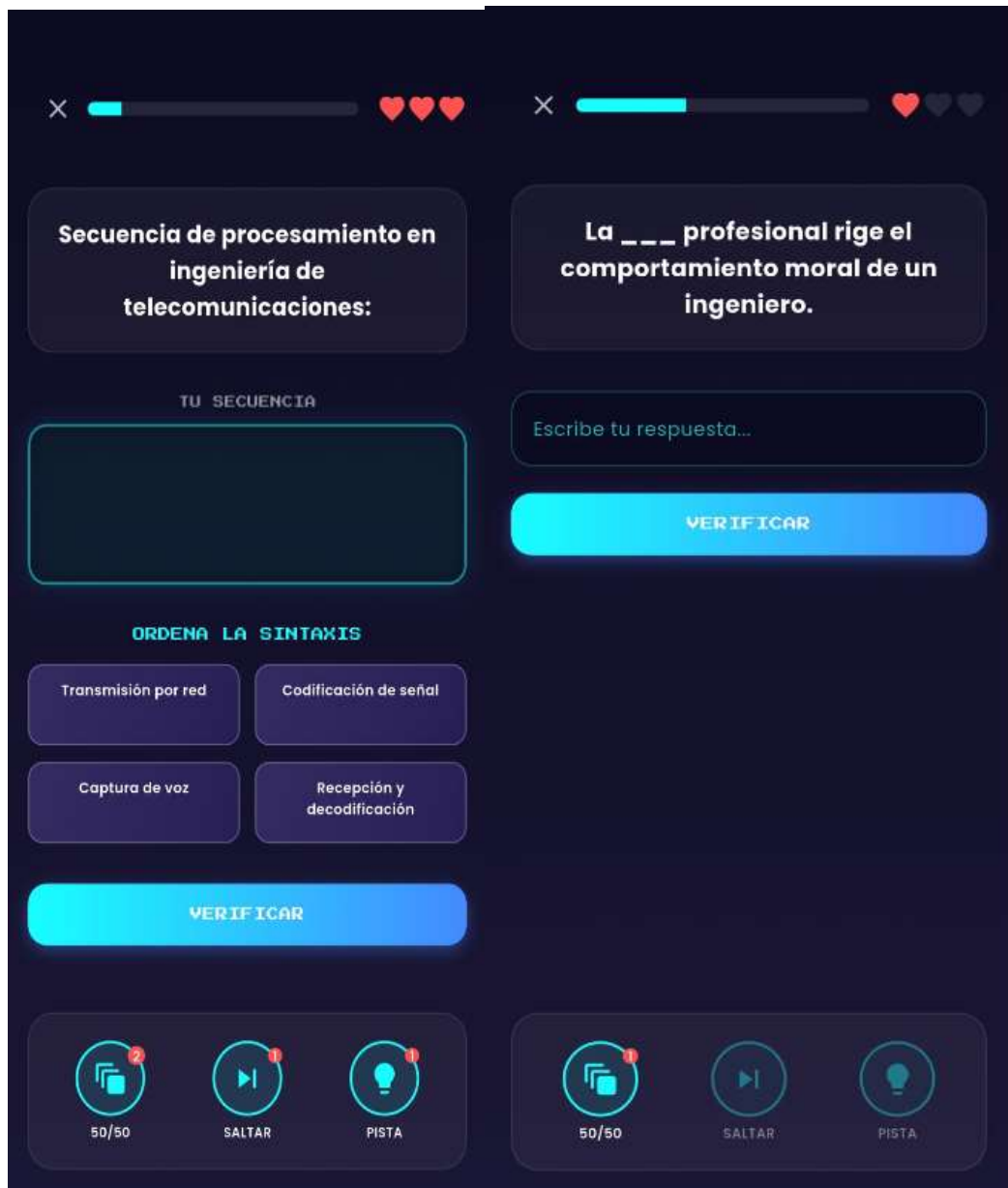
Trivias

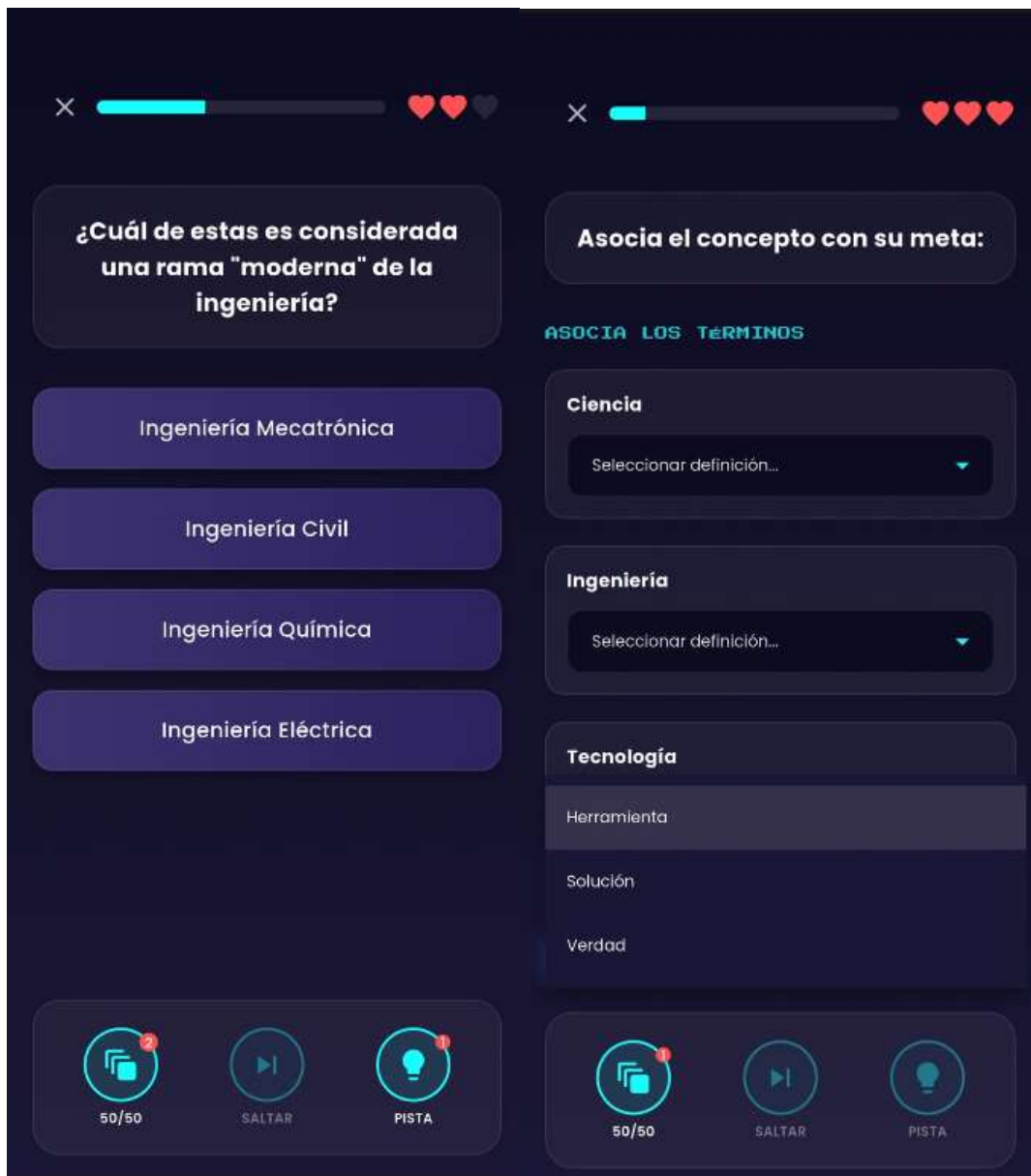
Una vez que el usuario genera sus apuntes, la Inteligencia Artificial crea automáticamente una serie de trivias basadas en el contenido estudiado. Estas actividades constituyen la fase de práctica espaciada, permitiendo reforzar los conocimientos adquiridos mediante la repetición y evaluación constante de los temas.

La herramienta genera diferentes tipos de preguntas para mantener una experiencia dinámica y favorecer distintos procesos cognitivos, entre las que se incluyen: asociación de términos, completar enunciados, preguntas de selección múltiple (tipo ABCD) y ejercicios de ordenamiento de sintaxis. Durante el desarrollo de las trivias, el usuario puede hacer uso de comodines obtenidos dentro de la aplicación para facilitar la resolución de algunas preguntas.

Además, el sistema incorpora un mecanismo de desafío basado en vidas, donde el usuario dispone de un máximo de tres errores por nivel. Si supera este límite, deberá reiniciar el nivel correspondiente. Cada apunte genera 10 niveles de trivía, mientras que cada curso está compuesto por un total de 30 niveles, promoviendo así una práctica continua y progresiva que fortalece el proceso de aprendizaje.

Fig. 8 TRIVIAS APP





Almacenamiento de Preguntas y Apuntes

En esta imagen se puede observar que, una vez la Inteligencia Artificial genera las preguntas a partir de los apuntes del usuario, estas son almacenadas automáticamente en la base de datos implementada con Supabase. Este proceso permite que tanto los apuntes como las trivias generadas se sincronicen y almacenen de forma segura en la nube.

Gracias a esta integración, el usuario puede cargar y gestionar sus apuntes directamente desde la aplicación, garantizando la conservación de la información, el acceso a sus contenidos desde diferentes dispositivos y la recuperación de los datos cuando sea necesario. Además, el almacenamiento centralizado facilita la organización de los cursos, niveles y actividades de práctica espaciada, asegurando una experiencia de uso fluida y confiable.

Fig. 9 PREGUNTAS BASE DE DATOS

id	note_id	question_text	correct_answer	distractors
000a1f24-d2c5-495c-be00-0d58a0e81f1	f073945c-fc15-421e-992f-070c6b8...	Relaciona las ciencias base de la ingenier...	match_paire	[]
001b1309-c964-4cc4-90a4-34b95c9c41cf	604c7f4c-4a2f-404-8bd4-eb3f3b...	En la lluvia de ideas es fundamental critic...	false	[]
00192606-944e-49a8-8974-5afa07500a9c	ac662725-619a-4156-862f-4092a...	Relaciona los elementos del diseño:	match_paire	[]
003585bd-fb8f-41fd-a130-69a4a2ac101e	3d207918-fb49-4728-accb-8ea8a...	La aplicación práctica de una idea nueva:	innovación	[]
0040a30c-3895-4979-8a6e-a9a19b5b91cf	6f8b141f-d2c0-4077-8c50-c231ef...	Relaciona el ejemplo práctico:	match_paire	[]
00467748-9044-4f25-a90f-a66348363eb	3547043-a9ca-4941-9tee-f5d058...	El diseño de prótesis y equipos médicos c...	Ingeniería Biomédica	["Ingeniería Agrícola","Ingeniería de Softw...
00483b36-d28e-47af-38bd-55486cfc887f	a4a9ccde-02ad-46e2-50a8-d3aef7...	El documento legal que habilita a un inge...	matrícula	[]
005fc09e-18ed-46e4-90ae-a61932b12062	b6dc9c57-b644-47df-b3a3-33c77...	El método de ingeniería es considerado u...	true	[]
00706c7c-9784-4280-a33b-a0ed7c0db5c1	ae523b68-9bca-4b09-96c3-b4dc...	Proceso de ingeniería química en una refi...	order_sequence	[]
0074fc5d-8bfe-48d1-bed8-c67ced3e3b25	95679e1a-0a93-478d-b6ae-831a9...	La ingeniería moderna requiere un fuerte...	Trabajo multidisciplinario	["Trabajo individual y aislado","Rechazo a...
0078647d-bfb2-4a21-92b1-2baec49c133c	9db267fc-1d01-492f-9f80-8aee14...	Un ingeniero civil hace ciencia para cuan...	false	[]
00892d7b-c304-4010-a578-de4b45067d1	010d41a-875c-467f-b81e-88e026...	¿Qué ingeniería estudia la composición d...	Ingeniería de Materiales	["Ingeniería Civil","Ingeniería de Minas","...
00912297-9204-42b5-9daf-3735a7099c8f	2d455096-a4d1-4be3-8123-ab7dc...	Etapas de una investigación aplicada:	order_sequence	[]
0098c214-a67-4514-b989-95b66107779a	17d7423-c27c-4883-8128-a55a2b...	¿Para qué se utiliza la "lluvia de ideas" (b...	Para generar múltiples alternativas de sol...	["Para descartar a los compañeros de equ...
009d775b-752b-4270-9a71-4d56d43b7ab1	d57a01f-31a0-4601-863a-bd062...	Generar múltiples opciones iniciales se lo...	ideas	[]
00acd97b-9aeb-469c-9020-669a83b4e1f1	04b509b7-b61b-48cb-93a7-774718...	El ciclo entre ciencia, ingeniería y tecnol...	innovación	[]
00ba80be3-8ef7-4fb9-98dd-4b1ba312e0b9	294c4a7f-771a-47bd-b56a-73d9c8...	En Colombia, el título universitario es sufi...	false	[]
00c9f7f0-71bb-4b03-9929-a7c78869a5c1	9cd134e7-803a-464c-a2f0-4b36c...	Según las notas, ¿cuántos mL hay en 20 li...	20,000 mL	["200 mL","2,000 mL","200,000 mL"]
00cf3a00-fb8c-4257-beb4-f8090aee1c6d	f680a724-c69b-488b-87dc-56199...	¿Qué ingeniería estudia la composición d...	Ingeniería de Materiales	["Ingeniería Civil","Ingeniería de Minas","...

C. VALIDAR LA EFECTIVIDAD DE LA HERRAMIENTA MEDIANTE PRUEBAS CON ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD CESMAG

La validación del tercer objetivo, enfocado en medir la efectividad de la herramienta mediante pruebas con estudiantes de la Universidad CESMAG, se sustentó en un proceso de validación por juicio de expertos y experimentación directa. En primera instancia, se contó con la participación del Mg. Joan Carlos Ayala, experto en el área, quien validó la funcionalidad, la usabilidad y los componentes de gamificación de la herramienta, garantizando que la interfaz resultara técnica y recreativamente apta para el usuario final. De manera complementaria, la docente María Victoria avaló, mediante un documento firmado, la pertinencia

pedagógica de los contenidos, orientando la aplicación hacia el estudio activo a través del Método Cornell y la Práctica Espaciada, por último, con la validación por parte de la MG. Magda Fernanda Calvache podemos verificar que el contenido del banco de preguntas no solo es correcto sino que se encuentra acorde a la ficha temática del espacio académico evaluado “Introducción a la Ingeniería de Sistemas” el cual su contenido fue usado para la evaluación de Pre-test, exámenes de control y Post-test.

Esta estructura pedagógica y técnica se tradujo en resultados cuantitativos contundentes tras la implementación de las pruebas de pretest y posttest. El análisis comparativo revela que el Grupo Experimental, que partió de un diagnóstico inicial de 17.81 puntos, logró consolidar un incremento en su rendimiento académico alcanzando un promedio final de 18.10 puntos (+0.29 puntos). En contraste, el Grupo de Control evidenció un retroceso crítico en su desempeño, sufriendo una caída en su promedio que pasó de 18.76 a 17.38 puntos (-1.38 puntos). Está marcada divergencia en la evolución de ambos grupos constituye la evidencia científica principal que valida la hipótesis de la presente investigación, demostrando de forma matemática que la aplicación móvil no solo promueve el aprendizaje activo, sino que mitiga eficazmente la pérdida de retención de información en comparación con los métodos tradicionales en el contexto de la Universidad CESMAG.

Tabla xiv COMPARACIÓN ESTADÍSTICA ENTRE GRUPOS

Grupo	Promedio Pretest	Promedio Posttest	Diferencia de Impacto
Experimental	17.81	18.10	+0.29
Control	18.76	17.38	-1.38

Tabla xv RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE PERCEPCIÓN DE USABILIDAD (Alfa de Cronbach)

Dimensión evaluada	Media	DE
Tiempo aceptable IA	3.33	0.87
Fluidez navegación	3.22	1.20
Estabilidad sistema	3.56	1.24
Coherencia preguntas IA	3.22	1.30
Motivación rapidez precisión	3.33	1.22
Retención información	3.22	1.09

Recomendación aplicación	3.22	1.56
---------------------------------	------	------

Los resultados descriptivos evidencian percepción favorable frente a la herramienta desarrollada. La estabilidad operativa presentó la mayor valoración ($M=3.56$), indicando percepción positiva respecto al desempeño técnico.

Las dimensiones asociadas con navegación, motivación y retención de información registraron promedios superiores a 3.20, permitiendo observar tendencia favorable en la aceptación de la herramienta.

El Alfa de Cronbach obtenido ($\alpha=0.942$) evidencia excelente consistencia interna.

Los resultados comparativos evidencian una mejora significativamente superior en el grupo experimental frente al grupo control, lo que permite inferir que la implementación de la herramienta gamificada tuvo incidencia positiva sobre la retención de información y el desempeño académico de los estudiantes.

Este fenómeno se explica mediante la sinergia de tres factores críticos identificados en el análisis:

En primer lugar, la **mitigación de la curva del olvido**: a diferencia del Grupo Control, que empleó técnicas pasivas propensas a la degradación de información, la herramienta permitió al Grupo Experimental consolidar el conocimiento mediante la repetición espaciada. Esta estrategia, respaldada por estudios internacionales en España y Ecuador [19][20], aseguró que los contenidos complejos de ingeniería se mantuvieran en la memoria a largo plazo. Particularmente, el estudio español "Enseñar a estudiar para mejorar el aprendizaje en el Grado de Medicina" (2022) [19] demostró que estrategias estructuradas como la planificación de apuntes y el repaso sistemático mejoran de forma significativa el aprendizaje, hallazgos que se corresponden con los resultados obtenidos en el presente proyecto.

En segundo lugar, la **eficacia de la toma de notas estructurada**: la implementación del Método Cornell facilitó una síntesis activa del conocimiento, permitiendo a los estudiantes transitar de la mera recepción de información hacia la categorización lógica de conceptos técnicos. Este desplazamiento cognitivo se refleja en el traslado de las puntuaciones del Grupo Experimental hacia el rango de excelencia (19–20 puntos), con respecto con lo documentado en el estudio ecuatoriano "Estrategias de aprendizaje y desempeño académico" (2023) [20], que identificó la práctica espaciada y las estrategias metacognitivas como determinantes del rendimiento académico.

En tercer lugar, el **refuerzo mediante gamificación**: la arquitectura de retroalimentación inmediata de la herramienta transformó la carga cognitiva propia del estudio técnico en una actividad de alta motivación intrínseca. Este resultado guarda coherencia con los hallazgos de la Universidad Libre de Colombia [23] y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas [25], instituciones en las cuales se documentó que los entornos gamificados no solo potencian la motivación y la participación, sino que generan mejoras verificables en la retención de información y en la actitud académica del estudiante.

Por el contrario, el Grupo Control mostró un crecimiento marginal del 1.5%, resultado que sugiere que la ausencia de un método estructurado, sumada a la carencia de estímulos motivacionales propios de la gamificación, limita de forma considerable la retención de información a largo plazo en temáticas complejas de ingeniería. Esta tendencia se alinea, a su vez, con las evidencias documentadas en la Universidad Simón Bolívar de Barranquilla [24] y en el estudio regional desarrollado en el Centro Educativo Gimnasio Pedagógico Marianito en Boyacá [26], donde la ausencia de recursos gamificados correlacionó negativamente con el desempeño y la motivación estudiantil.

En suma, el éxito observado en las pruebas locales ratifica las tendencias documentadas a nivel global y regional en torno a la sinergia positiva entre el estudio activo y los entornos gamificados, consolidando así la validez del tercer objetivo planteado en esta investigación.

Tabla xvi MÉTRICAS DE INTERACCIÓN Y GAMIFICACIÓN

Indicador	Resultado
Sesiones promedio semanales	5
Tiempo promedio por sesión	22 minutos
Usuarios con racha activa	78%

Uso de trivias automáticas	85%
Participación en misiones	73%

Los indicadores de interacción evidencian una participación constante de los estudiantes con los módulos gamificados de la plataforma, especialmente en trivias automáticas y misiones diarias, sugiriendo un impacto positivo sobre la motivación y permanencia de uso.

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El análisis de las características y beneficios del Método Cornell y la práctica espaciada en entornos universitarios constituyó un referente importante para orientar las decisiones de diseño de la herramienta. La revisión de antecedentes permitió identificar que ambas estrategias presentan resultados favorables en contextos de educación superior. El estudio español de 2022 reportó que la toma organizada de apuntes y el repaso sistemático favorecen la comprensión académica en programas universitarios [21], mientras que la investigación ecuatoriana de 2023 relacionó la práctica espaciada con mayores niveles de retención de información y desempeño académico [22].

A nivel nacional, investigaciones desarrolladas en la Universidad Libre, la Universidad Simón Bolívar y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas señalaron que los entornos gamificados pueden contribuir positivamente a la motivación y participación estudiantil, especialmente en estudiantes de primeros semestres [25] [27]. De igual forma, el antecedente regional desarrollado en Boyacá [28] permitió identificar comportamientos similares en contextos educativos comparables al de la Universidad CESMAG.

Estos antecedentes orientaron la selección de las principales funcionalidades implementadas dentro del prototipo, entre ellas una interfaz estructurada bajo el Método Cornell, un sistema de repetición espaciada fundamentado en la programación adaptativa de intervalos y componentes de gamificación orientados al seguimiento del progreso académico. En este sentido, el primer objetivo permitió establecer criterios pedagógicos y funcionales que posteriormente fueron integrados durante el desarrollo de la herramienta.

La estructura funcional de la aplicación se organizó en diferentes componentes orientados al registro de apuntes, programación de repasos y seguimiento de actividades académicas. La capa de presentación replicó digitalmente la estructura del Método Cornell, mientras que la lógica del sistema permitió calcular intervalos de repaso de manera dinámica mediante un modelo de automatización de frecuencias. Asimismo, la capa de persistencia almacenó información relacionada con sesiones de estudio, progreso individual y elementos de gamificación.

Esta articulación funcional se representa en la **Fig. 5**, donde se observa el diagrama de secuencia correspondiente al proceso de generación de trivias mediante inteligencia artificial. En este, se detalla la interacción entre Flutter como entorno de desarrollo de interfaz, Gemini como motor de procesamiento de contenido y Supabase como servicio de almacenamiento y gestión de datos.

servicio de almacenamiento y gestión de datos.

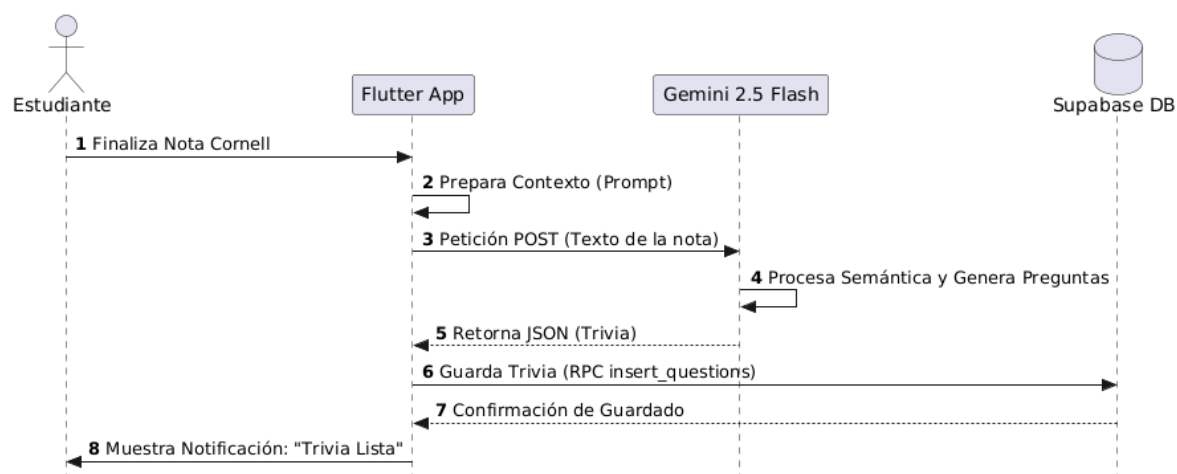


Fig. 10 DIAGRAMA DE SECUENCIA

El diagrama ilustra la interacción entre Flutter como entorno de desarrollo de interfaz, Gemini como motor de generación de contenido y Supabase como servicio de almacenamiento y gestión de datos. El flujo de usuario, estructurado bajo principios de práctica espaciada, se organiza en ciclos diferenciados: un ciclo de aprendizaje que inicia con la autenticación del usuario, continúa con la creación de notas Cornell y posteriormente activa el procesamiento de contenido mediante inteligencia artificial; y un ciclo de retención donde el estudiante desarrolla misiones diarias, trivias y sesiones de estudio, actualizando de manera automática su progreso y racha dentro de la plataforma.

Esta arquitectura permitió integrar procesos de organización de apuntes, seguimiento académico y actividades de refuerzo dentro de un mismo entorno digital orientado al aprendizaje continuo y la consolidación progresiva del conocimiento.

La validación del prototipo se sustentó mediante juicio de expertos y experimentación directa a través de un diseño pretest-posttest aplicado a dos grupos de 21 estudiantes cada uno. La evaluación realizada por el Mg. Joan Carlos Ayala y la Lic. María Victoria Burbano permitió analizar aspectos relacionados con funcionalidad, usabilidad y desempeño de la herramienta. Los formatos y evaluaciones correspondientes se encuentran anexados en el ANEXO 1, permitiendo evidenciar los resultados obtenidos durante el proceso de validación.

Tabla xvii MATRIZ DE VALIDACIÓN MULTIDISCIPLINAR

Experto	Rol / Área	Enfoque de Validación	Resultado Clave
Ing. Joan Carlos Ayala	Ing. de Sistemas	Técnico (ISO 25010)	Certifica adecuación funcional óptima y estabilidad de la arquitectura.
Ing. Fernanda Magda Calvache	Docente de Área	Contenido Académico	Aprobación del banco de preguntas por su pertinencia temática y estructura.
Lic. María Victoria Burbano	Pedagogía	Estrategia Didáctica	Calificación de 5/5 en segmentación Cornell y efectividad de la gamificación.

Adicionalmente, mediante el monitoreo realizado en Android Studio se recolectaron métricas de rendimiento relacionadas con la eficiencia del software, tomando como referencia los criterios de mantenibilidad y comportamiento temporal asociados a la norma ISO/IEC 25010. Los resultados obtenidos evidenciaron que la arquitectura de sincronización con la base de datos (Supabase) es altamente optimizada, registrando tiempos de respuesta inferiores a los 0.35 segundos en el almacenamiento de registros. Por su parte, el ciclo completo de procesamiento de información —que integra la interpretación y análisis masivo mediante la inteligencia artificial de Gemini— demostró una notable estabilidad operativa, manteniendo un promedio controlado de respuesta de entre 28.50 y 31.80 segundos, incluso bajo condiciones de alta carga con textos de hasta 1,000 palabras.

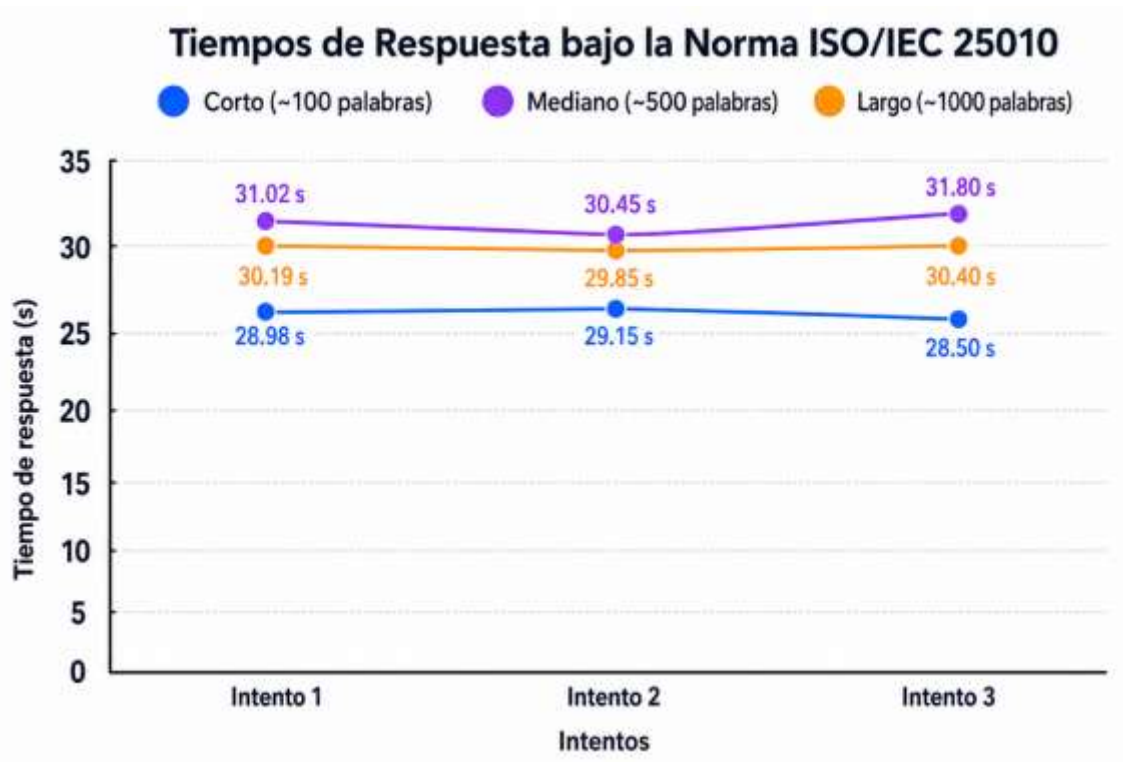


FIG. 11 TIEMPOS DE RESPUESTA BAJO LA NORMA ISO/IEC 25010

Tabla xviii COMPARACIÓN DE RESULTADOS PRETEST Y POSTEST

Grupo	Pretest (promedio)	Postest (promedio)	Diferencia	Variación %
Experimental (B)	17.81	18.10	+0.29	+1.63%
Control (A)	18.76	17.38	-1.38	-7.36%

COMPARACIÓN DE RESULTADOS PRETEST Y POSTEST

Partiendo de una base académica comparable, con una diferencia inicial de 0.95 puntos entre ambos grupos en el diagnóstico, el Grupo Experimental presentó un incremento del 1.63% en los resultados del postest (ascendiendo a un promedio de 18.10 puntos). En contraste, el Grupo de Control registró una disminución del 7.36% en su desempeño, decayendo a una calificación promedio de 17.38 puntos. Estas diferencias descriptivas presentan resultados plenamente consistentes con la hipótesis planteada, demostrando que la herramienta no solo impacta de forma favorable sobre la retención de información y el desempeño académico de los estudiantes participantes, sino que actúa como un factor crítico para mitigar la pérdida de conocimiento frente a las metodologías de enseñanza convencionales

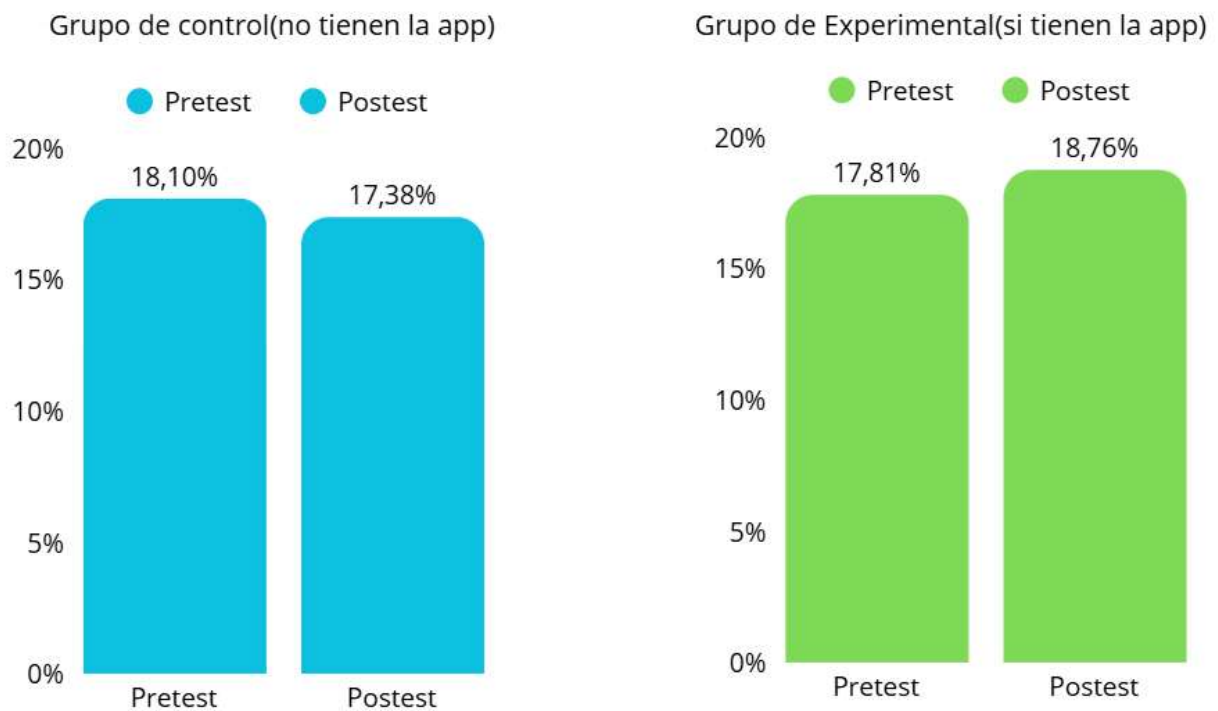


Fig. 12 ESCALA DE EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El análisis de las variables independientes permite identificar diversos factores asociados a las diferencias observadas entre ambos grupos. En primer lugar, la práctica espaciada pudo contribuir a disminuir la degradación de la memoria en el Grupo Experimental, resultado coherente con la dirección planteada en estudios previos [22], aunque su magnitud podría variar en intervenciones de mayor duración.

En segundo lugar, la implementación del Método Cornell favoreció procesos de organización y categorización de contenidos académicos, facilitando la estructuración de conceptos técnicos complejos. Este comportamiento resulta consistente con lo reportado en el estudio español [21], aunque en el presente trabajo se desarrolló dentro de un contexto de ingeniería de sistemas, ampliando su aplicabilidad a otras áreas del conocimiento.

Finalmente, los componentes de gamificación pudieron favorecer la permanencia e interacción constante de los estudiantes con la herramienta, en concordancia con antecedentes nacionales [25]–[27]. No obstante, al tratarse de un prototipo institucional en fase de validación, es importante considerar que algunas variables asociadas a madurez tecnológica y familiaridad con la plataforma no fueron controladas completamente durante la intervención.

El incremento observado en el Grupo Control puede relacionarse con el proceso natural de aprendizaje desarrollado dentro del aula independientemente de la herramienta tecnológica. En este sentido, aunque las diferencias obtenidas favorecen al Grupo Experimental, no es posible afirmar de manera absoluta que todos los cambios observados dependan exclusivamente de la intervención aplicada, debido a la existencia de variables externas y factores motivacionales propios del contexto académico.

Una consideración metodológica relevante corresponde a la posible presencia del efecto Hawthorne, entendido como la tendencia de los participantes a modificar parcialmente su comportamiento al saber que hacen parte de un proceso investigativo. Debido a que tanto el Grupo Experimental como el Grupo Control conocían su participación dentro del estudio, es posible que existiera cierto nivel de influencia motivacional derivado de la observación académica.

Sin embargo, aunque este factor pudo presentarse en ambos grupos, las diferencias descriptivas obtenidas permiten considerar que la herramienta implementada pudo contribuir favorablemente al desempeño académico y a la retención de información en el Grupo Experimental. No obstante, al tratarse de un diseño cuasi experimental de corta duración, no es posible descartar completamente la influencia de variables externas o factores motivacionales adicionales que hayan incidido parcialmente en los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

El desarrollo del presente proyecto de investigación permitió alcanzar los objetivos planteados y derivar conclusiones sustentadas tanto en el análisis teórico como en la evidencia empírica obtenida durante la fase de intervención.

El diagnóstico inicial evidenció que los estudiantes de primer semestre de la Universidad CESMAG presentan deficiencias significativas en sus hábitos de estudio: ausencia de organización en la toma de apuntes, predominio de estrategias memorísticas concentradas en los días previos a las evaluaciones y falta de planificación en los ciclos de repaso. Estos hallazgos confirmaron la necesidad de una intervención estructurada que optimice tanto la forma en que los estudiantes registran la información como la distribución temporal de sus procesos de revisión.

El análisis teórico y empírico demostró que el método Cornell y la práctica espaciada constituyen estrategias complementarias con respaldo científico sólido. El método Cornell fortalece la organización, comprensión y estructuración de la información desde el momento de su registro, mientras que la práctica espaciada optimiza la retención a largo plazo mediante la repetición distribuida y la recuperación activa del contenido. La articulación de ambas técnicas cubre las dos dimensiones críticas del aprendizaje: la estructural y la temporal.

La herramienta tecnológica desarrollada integra estas dos estrategias en un entorno gamificado con arquitectura modular de tres capas. Desde la perspectiva de la ingeniería de sistemas, la solución cumple criterios de escalabilidad, coherencia entre arquitectura y fundamentos pedagógicos, y viabilidad técnica demostrada durante la fase piloto. La **implementación de un motor lógico de repetición adaptativa** para el cálculo dinámico de intervalos de repaso, junto con la generación automática de cuestionarios basados en el formato Cornell, constituyen los componentes centrales que articulan la dimensión metodológica con la dimensión computacional del proyecto.

La incorporación de elementos de gamificación, tales como puntos acumulativos, niveles progresivos e insignias por hitos alcanzados, demostró ser un factor determinante en la motivación y adherencia de los estudiantes. Las métricas de uso registradas durante la validación piloto evidenciaron un patrón de interacción recurrente y sostenido, lo que indica que la gamificación no opera únicamente como un incentivo superficial, sino como un mecanismo que reduce la barrera de entrada hacia prácticas de estudio más disciplinadas.

Los resultados de la validación experimental respaldan cuantitativamente el impacto de la herramienta. Mientras que el grupo control registró una disminución del 7.36% en su rendimiento académico al finalizar

el periodo, el grupo experimental mostró un incremento del 1.63%. Esta divergencia en los resultados, partiendo de una base académica comparable, permite concluir que la integración del método Cornell, la práctica espaciada y la gamificación actúa como un factor determinante para mitigar la pérdida de conocimiento y favorecer la retención, en comparación con los métodos convencionales observados en el grupo control.

Finalmente, la propuesta desarrollada no solo responde a una problemática real identificada en el contexto institucional analizado, sino que establece un precedente metodológico replicable que articula principios pedagógicos basados en evidencia con soluciones tecnológicas funcionales, orientadas a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en educación superior.

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de la presente investigación, se proponen las siguientes recomendaciones para fortalecer el alcance y el rigor de futuros estudios:

- **Ampliación de la muestra:** Se recomienda fortalecer futuras investigaciones mediante la aplicación de la herramienta en muestras de estudiantes más amplias y diversas. Expandir la población objetivo hacia otros programas académicos y niveles permitirá validar la efectividad de la metodología en contextos heterogéneos, aumentando así la potencia estadística de los resultados.
- **Aplicación de análisis estadísticos inferenciales:** Para futuros desarrollos, se sugiere complementar el análisis descriptivo con pruebas de **análisis estadístico inferencial**. Esto permitirá determinar con mayor rigor matemático la correlación directa entre el uso de la herramienta tecnológica y la mejora significativa en el rendimiento académico, diferenciando claramente entre variables independientes y dependientes.
- **Seguimiento longitudinal:** Se recomienda implementar un seguimiento longitudinal que evalúe el impacto de la herramienta a mediano y largo plazo. Es fundamental medir variables como la retención del conocimiento entre semestres y la consolidación de hábitos de estudio autónomos a lo largo de toda la trayectoria académica del estudiante, superando las limitaciones temporales del presente estudio.
- **Evaluación independiente de componentes:** Se propone realizar una evaluación independiente de los pilares del sistema (gamificación, práctica espaciada e inteligencia artificial educativa). Futuros estudios deben aislar el impacto de cada una de estas variables para identificar qué componente aporta el mayor valor agregado al aprendizaje autónomo, permitiendo así una optimización más precisa de las funciones tecnológicas y pedagógicas de la plataforma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Y. Wollstein y N. Jabbour, «Spaced Effect Learning and Blunting the Forgetfulness Curve», *Ear. Nose. Throat J.*, vol. 101, n.º 9_suppl, pp. 42S-46S, nov. 2022, doi: 10.1177/01455613231163726.
- [2] L. Jaramillo-Mediavilla, A. Basantes-Andrade, M. Cabezas-González, y S. Casillas-Martín, «Impact of Gamification on Motivation and Academic Performance: A Systematic Review», *Educ. Sci.*, vol. 14, n.º 6, Art. n.º 6, jun. 2024, doi: 10.3390/educsci14060639.
- [3] «8 proven study techniques that work: How students can learn more in less time», *The Times of India*, 26 de mayo de 2025. Accedido: 31 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://timesofindia.indiatimes.com/education/news/8-proven-study-techniques-that-work-how-students-can-learn-more-in-less-time/articleshow/121417485.cms>
- [4] «(PDF) The Effects of Cornell Note-taking Method on High School Students' Listening Skill», ResearchGate. Accedido: 31 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/381917789_The_Effects_of_Cornell_Note-taking_Method_on_High_School_Students'_Listening_Skill
- [5] D. W. Price *et al.*, «The Effect of Spaced Repetition on Learning and Knowledge Transfer in a Large Cohort of Practicing Physicians», *Acad. Med.*, vol. 100, n.º 1, p. 94, ene. 2025, doi: 10.1097/ACM.0000000000005856.
- [6] Cesmag, *Lineas de investigación Programa Ingeniería de Sistemas*. Lineas de investigación Programa Ingeniería de Sistemas.
- [7] M. del R. Mantari Cruz, T. C. García Sánchez, M. del R. Mantari Cruz, y T. C. García Sánchez, «Efectividad de las estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios», *Univ. Cienc. Tecnol.*, vol. 28, n.º 125, pp. 178-185, dic. 2024, doi: 10.47460/uct.v28i125.868.
- [8] B. E. Faught, M. Law, y M. Zahradnik, «How Much Do Students Remember Over Time? Longitudinal Knowledge Retention in Traditional versus Accelerated Learning Environments».
- [9] A. Amhout, A. Kharbach, A. Naciri, y L. Lahlou, «The effect of the Cornell method on the quality of grade production and learning performance of nursing students», *Pedagog. Res.*, vol. 8, n.º 2, p. em0153, abr. 2023, doi: 10.29333/pr/12787.
- [10] «Spaced Repetition: Your Definitive Guide for 2025 | SC Training». Accedido: 20 de

mayo de 2025. [En línea]. Disponible en:

<https://training.safetyculture.com/blog/how-spaced-repetition-works/>

- [11] S. H. K. Kang, «Spaced Repetition Promotes Efficient and Effective Learning», *Policy Insights Behav. Brain Sci.*, vol. 3, n.º 1, p. 12, 2016, doi: 10.1177/2372732215624708.
- [12] «(PDF) Spaced Repetition: towards more effective learning in STEM», *ResearchGate*, dic. 2024, doi: 10.29311/ndtps.v0i15.3376.
- [13] «(PDF) Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning», *ResearchGate*, dic. 2024, doi: 10.1016/j.chb.2021.106963.
- [14] «(PDF) The Use of Active Learning Strategies to Foster Effective Teaching in Higher Education Institutions», *ResearchGate*, nov. 2024, doi: 10.21271/zjhs.28.2.11.
- [15] «(PDF) Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics», *ResearchGate*, doi: 10.1073/pnas.1319030111.
- [16] H. L. Roediger y A. C. Butler, «The critical role of retrieval practice in long-term

retention», *Trends Cogn. Sci.*, vol. 15, n.º 1, pp. 20-27, ene. 2011, doi: 10.1016/j.tics.2010.09.003.

- [17] «(PDF) Barriers to the use of research-based instructional strategies: The influence of both individual and situational characteristics», *ResearchGate*, doi: 10.1103/PhysRevSTPER.3.020102.
- [18] «(PDF) The Gamification of Learning: a Meta-analysis», *ResearchGate*, dic. 2024, doi: 10.1007/s10648-019-09498-w.
- [19] «Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms? - UNESCO Biblioteca Digital». Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
- [20] J. D. A. Hernández, «Documentary Research: The Impact of ICT in EFL Education in Colombia».
- [21] M. Recabarren, B. Corvalán, y M. Villegas, «Exploring the differences between gamer and non-gamer students in the effects of gamification on their motivation and learning», *Interact. Learn. Environ.*, vol. 31, n.º 6, pp. 3529-3542, 2021, doi: 10.1080/10494820.2021.1933543.
- [22] L. C. Timbe Castro, D. G. García Herrera, A. Z. Castro Salazar, y J. C. Erazo Álvarez, «Gamificación como estrategia innovadora en la enseñanza del Inglés», *EPISTEME KOINONIA Rev. Electrónica Cienc. Educ. Humanidades Artes Bellas Artes*, vol. 3, n.º Extra 1, pp. 163-182, 2020.
- [23] «La Gamificación como Estrategia Didáctica para Fomentar la Motivación Intrínseca y Extrínseca como Componentes Esenciales en el Proceso de Aprendizaje del Inglés con Estudiantes de Grado Quinto en una I. E. D». Accedido: 2 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/20415>
- [24] «La gamificación como estrategia para fomentar la motivación intrínseca de los estudiantes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia del primer semestre». Accedido: 2 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/5a457eb2-536e-43d3-bc1c-400ced9b0826/content>

- [25] M. A. Niño Gómez y E. E. Cárdenas Fuentes, «Diseñar un prototipo tecnológico “Notebook Inteligente” que afronte el nuevo sistema educativo a causa de la crisis sanitaria Covid-19 en la Universidad Distrital Francisco José De Caldas», jul. 2022, Accedido: 2 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/29666>
- [26] Y. A. B. Jiménez, Í. Mantilla, y A. J. M. Miranda, «Recursos educativos digitales mediados por la gamificación para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de primaria del Centro Educativo Gimnasio Pedagógico Marianito - Boyacá, Colombia», *Rev. Dialogus*, n.º 11, Art. n.º 11, jun. 2023, doi: 10.37594/dialogus.v1i11.831.
- [27] N. C. Soderstrom, T. K. Kerr, y R. A. Bjork, «The Critical Importance of Retrieval—and Spacing—for Learning», *Psychol. Sci.*, vol. 27, n.º 2, pp. 223-230, feb. 2016, doi: 10.1177/0956797615617778.
- [28] J. M. Prieto-Andreu, J. D. Gómez-Escalonilla-Torrijos, E. Said-Hung, J. M. Prieto-Andreu, J. D. Gómez-Escalonilla-Torrijos, y E. Said-Hung, «Gamificación, motivación y rendimiento en educación: Una revisión sistemática», *Rev. Electrónica Educ.*, vol. 26, n.º 1, pp. 251-273, abr. 2022, doi: 10.15359/ree.26-1.14.
- [29] I. Celik, M. Dindar, H. Muukkonen, y S. Järvelä, «The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research», *TechTrends*, vol. 66, n.º 4, pp. 616-630, jul. 2022, doi: 10.1007/s11528-022-00715-y.

- [30] «ISO/IEC 25010:2011(en), Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models». Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en>
- [31] «(PDF) Human Memory: Theory and Practice, by Alan Baddeley. Psychology Press, Exeter, UK, 1997.», *ResearchGate*, doi: 10.1016/S0145-2134(00)00166-6.
- [32] ERIC, *ERIC ED336049: Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports*. 1991. Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://archive.org/details/ERIC_ED336049
- [33] J. W. Creswell y J. D. Creswell, «Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches».
- [34] C. D. Ceballos-Torres, «Gamificación en Educación Superior», may 2021, Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/0763c1b0-ec9a-45c7-b666-c48327ffce7c>
- [35] «(PDF) Gamificación en ambientes virtuales de aprendizaje: un cuasi-experimento con estudiantes de Diseño Gráfico», *ResearchGate*, dic. 2024, doi: 10.19052/ap.vol1.iss79.9.
- [36] R. Hernández Sampieri y C. P. Mendoza Torres, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, First edition. México: McGraw-Hill Education, 2018.
- [37] P. Atkinson, «Campbell DT, Stanley JC (1963)», The James Lind Library. Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.jameslindlibrary.org/campbell-dt-stanley-jc-1963/>
- [38] V. D. Sousa, M. Driessnack, y I. A. C. Mendes, «An overview of research designs relevant to nursing: Part 1: quantitative research designs», *Rev. Lat. Am. Enfermagem*, vol. 15, n.º 3, pp. 502-507, jun. 2007, doi: 10.1590/S0104-11692007000300022.
- [39] «Encyclopedia of Research Design_Volume 2.pdf». Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://web.utk.edu/~ewbrewer/pdf/encyclopedia/Encyclopedia%20of%20Research%20Design_Volume%202.pdf
- [40] D. T. Campbell y J. C. Stanley, *Experimental and quasi-experimental designs for*

research. Belmont, CA: Wadsworth, 2011.

- [41] «147.pdf». Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en:
<https://iaes.cgiar.org/sites/default/files/pdf/147.pdf>
- [42] O. Arrogante, «Técnicas de muestreo y cálculo del tamaño muestral: Cómo y cuántos participantes debo seleccionar para mi investigación», *Enferm. Intensiva*, vol. 33, n.º 1, pp. 44-47, ene. 2021, doi: 10.1016/j.enfi.2021.03.004.
- [43] S. J. Osterlind, *Constructing Test Items: Multiple-Choice, Constructed-Response, Performance, and Other Formats*, Second Edition. en *Evaluation in Education and Human Services*, no. 47. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. doi: 10.1007/0-306-47535-9.
- [44] «(PDF) Document Analysis as a Qualitative Research Method», *ResearchGate*, doi: 10.3316/QRJ0902027.
- [45] «(PDF) InterViews: An Introduction to Qualitative Research Interviewing: Steinar Kvale. Thousand Oaks, CA: Sage, 1996. 326 pp.», *ResearchGate*, doi: 10.1016/S1098-2140(99)80208-2.
- [46] «(PDF) Artificial Intelligence in Education. Promise and Implications for Teaching and Learning.», *ResearchGate*. Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/332180327_Artificial_Intelligence_in_Education_P

romise_and_Implications_for_Teaching_and_Learning

- [47] H. Ebbinghaus, *Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Leipzig, Duncker & Humblot, 1885. Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://archive.org/details/berdasgedcht00ebbi>
- [48] «Gamification_of_Learning_and_Instruction_Fieldbook.pdf». Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.fasnapp.com/wp-content/uploads/2021/06/Gamification_of_Learning_and_Instruction_Fieldbook.pdf
- [49] «(PDF) From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification», en *ResearchGate*, doi: 10.1145/2181037.2181040.
- [50] Crocker & Algina, *Introduction To Classical And Modern Test Theory*. 2008. Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://archive.org/details/introductiontoclassicalandmoderntesttheory>
- [51] D. Ary, L. C. Jacobs, A. Razavieh, y D. Ary, *Introduction to research in education*, 8th ed. Belmont, CA: Wadsworth, 2010.
- [52] «(Jum Nunnally, Ira Bernstein) Psychometric Theory | PDF». Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/366667341/Jum-Nunnally-Ira-Bernstein-Psychometric-Theor y>
- [53] R. B. Kline, «Principles and Practice of Structural Equation Modeling».
- [54] J. A. Gliem y R. R. Gliem, «Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales».
- [55] «cuali2.pdf». Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://revistapsicologia.org/public/formato/cuali2.pdf>
- [56] Y. S. Lincoln y E. G. Guba, *Naturalistic Inquiry*. SAGE, 1985.
- «Salario de Programador júnior en Colombia | Computrabajo 2025». Accedido: 21 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://co.computrabajo.com/salarios/programador-junior>

ANEXOS

ANEXO I. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE USUARIOS

Objetivo: Evaluar la experiencia de los estudiantes al utilizar la aplicación educativa con inteligencia artificial, considerando aspectos clave como la eficiencia del rendimiento, la facilidad de uso, la usabilidad y el nivel de satisfacción en el proceso de aprendizaje.

Información Sociodemográfica e Institucional Requerida:

- Nombre y Apellidos completos (Obligatorio)
- Correo electrónico institucional (Obligatorio)

Instrucciones de Diligenciamiento:

El participante debe responder a cada una de las afirmaciones seleccionando el número que mejor represente su grado de acuerdo en una escala Likert de 5 puntos: **1:** Totalmente en desacuerdo, **2:** En desacuerdo, **3:** Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Neutral), **4:** De acuerdo, **5:** Totalmente de acuerdo.

A. Matriz de Especificación de Ítems

Sección / Dimensión	Ítem	Enunciado de la Afirmación / Pregunta	Escala de Medición
Sección 1: Eficiencia de Desempeño	1	El tiempo que tarda la IA en generar las 24 preguntas a partir de mis apuntes me parece aceptable.	Likert (1 - 5)
		<i>(Evalúa cuantitativamente los tiempos de respuesta y el rendimiento técnico general).</i>	

Sección / Dimensión	Ítem	Enunciado de la Afirmación / Pregunta	Escala de Medición
	2	La aplicación responde de manera fluida al navegar entre las lecciones y las trivias.	Likert (1 - 5)
	3	No experimenté bloqueos ni cierres inesperados mientras el sistema procesaba la información.	Likert (1 - 5)
Sección 2: Funcionalidad y Usabilidad			
(Evalúa la calidad interactiva y coherencia de las salidas).	4	Las preguntas generadas por la IA son coherentes con el contenido de los apuntes que subí.	Likert (1 - 5)
Sección 3: Satisfacción y Engagement			
(Mide el impacto motivacional y la retención percibida).	5	La rapidez y precisión de la aplicación me motivan a realizar más sesiones de estudio.	Likert (1 - 5)
	6	Considero que el uso de esta herramienta mejora mi retención de la información.	Likert (1 - 5)
	7	Recomendaría esta aplicación a otros estudiantes para preparar sus exámenes.	Likert (1 - 5)

B.Evidencia de Implementación Digital

El instrumento indexado fue desplegado y aplicado de manera digital sincrónica y asincrónica a la muestra de estudio utilizando la plataforma Google Forms.

The image shows a digital survey form titled "Encuesta de satisfacción". The form has a light blue header and a white body. The title is in a large, bold, black font. Below the title is a paragraph explaining the purpose of the survey: "Esta encuesta tiene como objetivo evaluar la experiencia de los estudiantes al utilizar una aplicación educativa con inteligencia artificial, considerando aspectos como el rendimiento, la facilidad de uso y la satisfacción en el aprendizaje." Below this paragraph is a red asterisk followed by the text "* Indica que la pregunta es obligatoria". The form contains two text input fields, each with a label and a red asterisk: "Nombre y Apellidos *" and "Correo institucional *". Below each input field is a placeholder text "Tu respuesta". The form also includes a section header "Sección 1: Eficiencia de Desempeño." followed by a sub-header "Evalúa tiempos de respuesta y rendimiento técnico de la aplicación". The first question is "1. El tiempo que tarda la IA en generar las 24 preguntas a partir de mis apuntes me parece aceptable." followed by four radio button options labeled 1, 2, 3, and 4.

Encuesta de satisfacción

Esta encuesta tiene como objetivo evaluar la experiencia de los estudiantes al utilizar una aplicación educativa con inteligencia artificial, considerando aspectos como el rendimiento, la facilidad de uso y la satisfacción en el aprendizaje.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Nombre y Apellidos *

Tu respuesta

Correo institucional *

Tu respuesta

Sección 1: Eficiencia de Desempeño.
Evalúa tiempos de respuesta y rendimiento técnico de la aplicación

1. El tiempo que tarda la IA en generar las 24 preguntas a partir de mis apuntes me parece aceptable. *

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

Fig. 13 INTERFAZ GRÁFICA Y DISEÑO VISUAL DEL FORMULARIO DIGITAL DE SATISFACCIÓN DISTRIBUIDO A LOS ESTUDIANTES.

C. Disponibilidad y Acceso al Instrumento

Para la verificación del comité evaluador, auditorías metodológicas o réplicas de la presente investigación, el formulario interactivo se encuentra disponible de forma permanente a través de la siguiente dirección web:

- **Enlace de acceso público:** https://docs.google.com/forms/d/1Rj-Fg2UxWrLyTJ8dqlDPj5IchEN_qHPDNb6G9jLZhBk/viewform

ANEXO II. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: CUESTIONARIO SOBRE HÁBITOS DE ESTUDIO Y PERCEPCIÓN DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE

Objetivo: Conocer los hábitos de estudio, el nivel de conocimiento sobre metodologías de aprendizaje activo (Método Cornell y Práctica Espaciada) y la percepción hacia el uso de herramientas digitales en los estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad CESMAG.

Consideraciones Éticas y Protección de Datos (Ley 1581 de 2012):

Este cuestionario forma parte de una investigación académica de la Universidad CESMAG sobre el uso de técnicas de estudio. En cumplimiento de lo dispuesto por la Ley 1581 de 2012 y demás normas aplicables sobre protección de datos personales, los datos aquí suministrados serán incorporados en la base de datos de la investigación con la finalidad de conocer los hábitos y tendencias de estudio. Las respuestas son estrictamente confidenciales y utilizadas únicamente con fines educativos.

Información Sociodemográfica e Institucional Requerida:

- Correo electrónico institucional (Obligatorio)
- Carrera en la que está matriculado(a) (Obligatorio)
- Semestre y grupo (Obligatorio)
- Jornada (Obligatorio)

A. Matriz de Especificación y Lógica del Cuestionario

Sección / Dimensión	Ítem	Enunciado de la Pregunta / Tipo de Pregunta / Opciones
Sección 1: Hábitos de estudio y estilos de aprendizaje		
<i>(Caracterización inicial del estudiante)</i>	1	¿Cómo organizas normalmente tus apuntes de clase? Abierta (Texto corto)
		Selección única:
		- Siempre después de clase
	2	¿Sueles repasar tus apuntes después de clase o antes de un examen? - Solo antes de un examen
		- Nunca
		- Otro

Sección / Dimensión	Ítem	Enunciado de la Pregunta / Tipo de Pregunta / Opciones
		Selección múltiple (Casillas):
		- Subrayar o resaltar
		- Hacer resúmenes
	3	¿Qué métodos usas con mayor frecuencia para estudiar antes de un examen? <i>(Puede marcar varias opciones)</i>
		- Releer apuntes
		- Memorizar la noche anterior
		- Estudiar con compañeros
		- Otro

Sección / Dimensión	Ítem	Enunciado de la Pregunta / Tipo de Pregunta / Afirmación	Opciones
Sección 2: Conocimiento y uso de técnicas			
<i>(Evaluación del conocimiento del método Cornell y práctica espaciada)</i>	4	¿Has escuchado sobre el método Cornell de toma de apuntes?	Selección única: Sí / No
	5	[Si respondió Sí en ítem 4] ¿Lo has utilizado alguna vez? ¿Cómo fue tu experiencia?	Abierta (Texto - Condicional)
	6	¿Conoces o aplicas la práctica de repasar en intervalos de tiempo (práctica espaciada)?	Selección única: Sí / No
	7	[Si respondió Sí en ítem 6] ¿Te ha funcionado? ¿Por qué?	Abierta (Texto - Condicional)
	8	[Si respondió No en ítem 6] ¿Qué opinas de la idea de repasar con recordatorios distribuidos en el tiempo?	Abierta (Texto - Condicional)
Sección 3: Percepción de herramientas digitales			
	9	¿Has usado alguna aplicación móvil o herramienta digital para estudiar?	Selección múltiple (Casillas):

Sección / Dimensión	Ítem	Enunciado de la Pregunta / Tipo de Pregunta / Afirmación	Opciones
(Validación de la aceptación de la propuesta tecnológica)			- Anki / Quizlet / Notion / Google Keep
			- Ninguna / Otro
			Escala lineal (1 al 5):
	10	¿Qué tan útil sería para ti una aplicación que te recuerde cuándo repasar lo visto en clase?	1: Nada útil 5: Muy útil
	11	¿Qué características te gustaría que tuviera una aplicación de este tipo?	Abierta (Texto largo)
	12	Si pudieras mejorar algo en tu forma de estudiar, ¿Qué sería?	Abierta (Texto largo)
	13	¿Te gustaría probar nuevas técnicas de estudio dentro de una aplicación gamificada (Cornell + práctica espaciada)?	Selección única: - Sí / No / Tal vez
B. Evidencia de Implementación Digital			

El instrumento de diagnóstico estructurado fue desplegado en formato digital a través de la plataforma Google Forms, garantizando la accesibilidad técnica de los encuestados de primer semestre.

The image shows a digital questionnaire interface with a blue header and a light blue background. The title 'Hábitos de estudio y estilos de aprendizaje' is in a dark blue box. The first question is '¿Cómo organizas normalmente tus apuntes de clase?' with a red asterisk and a text input field labeled 'Tu respuesta'. The second question is '¿Sueles repasar tus apuntes después de clase o antes de un examen?' with a red asterisk and four radio button options: 'Siempre después de clase', 'Solo antes de un examen', 'Nunca', and 'Otro:'. The third question is '¿Qué métodos usas con mayor frecuencia para estudiar antes de un examen?' with a red asterisk and the instruction '(Puede marcar varias opciones)'. It has six checkbox options: 'Subrayar o resaltar', 'Hacer resúmenes', 'Releer apuntes', 'Memorizar la noche anterior', 'Estudiar con compañeros', and 'Otro:'. At the bottom, there are buttons for 'Atrás', 'Siguiente', and 'Borrar', along with a progress bar and the text 'Página 2 de 8'.

Hábitos de estudio y estilos de aprendizaje

¿Cómo organizas normalmente tus apuntes de clase? *

Tu respuesta

¿Sueles repasar tus apuntes después de clase o antes de un examen? *

☐ Siempre después de clase

☐ Solo antes de un examen

☐ Nunca

☐ Otro:

¿Qué métodos usas con mayor frecuencia para estudiar antes de un examen? *
(Puede marcar varias opciones)

☐ Subrayar o resaltar

☐ Hacer resúmenes

☐ Releer apuntes

☐ Memorizar la noche anterior

☐ Estudiar con compañeros

☐ Otro:

[Atrás](#) [Siguiente](#) [Borrar](#)

Página 2 de 8

FIG. 14 INTERFAZ Y DISEÑO DEL CUESTIONARIO DE DIAGNÓSTICO SOBRE HÁBITOS DE ESTUDIO IMPLEMENTADO DIGITALMENTE.

C. Disponibilidad y Acceso al Instrumento

Para efectos de auditoría metodológica por parte de los jurados evaluadores, el formulario interactivo original se encuentra disponible de forma pública en la siguiente dirección URL:

- **Enlace de acceso público:**
<https://docs.google.com/forms/d/1yj6ck35TVyAdOWSTAiSy9RGkv79BVLm4dSu4cSoEFrM/viewform>

ANEXO III. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: CUESTIONARIO DE DIAGNÓSTICO SOBRE HÁBITOS DE ESTUDIO Y NECESIDADES TECNOLÓGICAS

Objetivo: Identificar las tendencias en los hábitos de repaso, el nivel de organización autónoma, el conocimiento previo del método Cornell y la disposición hacia herramientas de práctica espaciada en los estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad CESMAG.

Consideraciones Éticas y Protección de Datos (Ley 1581 de 2012):

En cumplimiento de lo dispuesto por la Ley 1581 de 2012 y demás normas aplicables sobre protección de datos personales, informamos que los datos aquí suministrados serán incorporados en nuestra base de datos con la finalidad de conocer los hábitos y tendencias de estudio en los estudiantes de primer semestre de Ingeniería de Sistemas de la Universidad CESMAG. La información recolectada es confidencial y de uso exclusivo para fines académicos.

Información de Registro Requerida:

- Correo electrónico institucional (Obligatorio)

Instrucciones de Diligenciamiento:

El estudiante debe valorar cada afirmación seleccionando un único número en una escala de 1 a 5, donde el extremo inferior **1** corresponde a "**Desacuerdo**" y el extremo superior **5** corresponde a "**De acuerdo**".

A. Matriz de Especificación de Ítems

Dimensión Analizada	Ítem Enunciado de la Afirmación	Escala de Medición
Hábitos de Repaso Temprano		
	1 Suelo repasar mis apuntes inmediatamente después de clase.	Likert (1 - 5)
<i>(Mide la inmediatez en la revisión de contenidos).</i>		
Organización y Metodología		
	2 Estudio de manera organizada utilizando alguna técnica específica.	Likert (1 - 5)
<i>(Determina el uso de técnicas estructuradas).</i>		
Reconocimiento del Método Cornell		
	3 He utilizado alguna vez el método Cornell.	Likert (1 - 5)
<i>(Evalúa la experiencia previa con la técnica eje).</i>		
Distribución del Tiempo (Práctica Espaciada)		
	4 Realizo repasos en diferentes días antes de un examen.	Likert (1 - 5)
<i>(Establece si el estudio es continuo o acumulativo).</i>		

Dimensión Analizada	Ítem Enunciado de la Afirmación	Escala de Medición
Aceptación de Asistencia Tecnológica	5	Considero útil una herramienta que me recuerde cuándo repasar un tema.
	<i>(Valida la necesidad de una app de recordatorios).</i>	

B. Evidencia de Implementación Digital

El presente instrumento de diagnóstico psicopedagógico fue estructurado de forma cerrada y automatizado digitalmente a través de la plataforma en la nube Google Forms para su distribución masiva a la población objeto de estudio.

Formulario hábitos de estudio

En cumplimiento de lo dispuesto por la Ley 1581 de 2012 y demás normas aplicables sobre protección de datos personales, informamos que los datos aquí suministrados serán incorporados en nuestra base de datos con la finalidad de conocer los hábitos y tendencias de estudio en los estudiantes de primer semestre de ingeniería de sistemas de la universidad Cesmag.

*** Indica que la pregunta es obligatoria**

Correo electrónico *

☐

Registrar **camilo14501@gmail.com** como el correo que se incluirá al enviar mi respuesta

1.) Suelo repasar mis apuntes inmediatamente después de clase *

	1	2	3	4	5	
Desacuerdo	☐	☐	☐	☐	☐	De acuerdo

2.) Estudio de manera organizada utilizando alguna técnica específica *

	1	2	3	4	5	
Desacuerdo	☐	☐	☐	☐	☐	De acuerdo

3.) He utilizado alguna vez el método Cornell *

Fig. 15 ENTORNO GRÁFICO INTERACTIVO DEL FORMULARIO DE DIAGNÓSTICO DE HÁBITOS DE ESTUDIO EN LA PLATAFORMA GOOGLE FORMS.

C. Disponibilidad y Acceso al Instrumento

Para la revisión de consistencia por parte de los jurados de grado, el formulario original y su interfaz de respuestas en tiempo real pueden ser consultados mediante el siguiente enlace web parametrizado:

- **Enlace de acceso público:** https://docs.google.com/forms/d/1kNsWhCSqM28_LRb-y0x-ToR9BBIOrO_XFXHGwZVj1Pk/viewform

ANEXO IV. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN COGNITIVA: POST-TEST DE CONOCIMIENTOS EN INGENIERÍA Y PENSAMIENTO SISTÉMICO

Objetivo: Evaluar el nivel de apropiación conceptual y fortalecimiento cognitivo de los estudiantes de primer semestre de Ingeniería de Sistemas en los ejes de Fundamentos de Ingeniería, Teoría General de Sistemas, Método Científico e Impacto Socioambiental.

Consideraciones Éticas y Protección de Datos (Ley 1581 de 2012):

Este cuestionario forma parte de una investigación académica de la Universidad CESMAG sobre el uso de técnicas de estudio. En cumplimiento de lo dispuesto por la Ley 1581 de 2012 y demás normas aplicables sobre protección de datos personales, informamos que los datos aquí suministrados serán incorporados en nuestra base de datos con la finalidad de conocer los hábitos y tendencias de estudio en los estudiantes de primer semestre de Ingeniería de Sistemas de la Universidad CESMAG. Las respuestas son confidenciales y se procesan de forma agregada con fines estadísticos y pedagógicos.

Información de Control Requerida:

- Correo electrónico institucional (Obligatorio)
- Nombre y Apellidos completos (Obligatorio)

A. Matriz de Especificación y Distribución Temática del Post-Test

Eje Temático / Dimensión	Competencia Evaluada	Ítems Asociados	Total Ítems	Valor Total
1. Fundamentos Interdisciplinariedad de la Ingeniería	Capacidad para identificar el núcleo de la ingeniería, sus campos de aplicación y la articulación interdisciplinaria.	1, 5, 6, 11, 18, 19	6	6 pts (30%)
2. Teoría General y Pensamiento Sistémico	Comprensión de la estructura de los sistemas, propiedades emergentes, sinergia e interrelación de componentes.	2, 8, 13, 20	4	4 pts (20%)
3. Método Científico y Tipos de Conocimiento	Habilidad para diferenciar el conocimiento empírico del científico y aplicar las etapas del método científico en la resolución de problemas.	3, 9, 10, 14, 15, 16, 17	7	7 pts (35%)
4. Ética Profesional e Impacto Socioambiental	Conciencia sobre la responsabilidad ética del ingeniero y la evaluación de impactos sociales y ambientales de la tecnología.	4, 7, 12	3	3 pts (15%)
TOTAL	Evaluación Global de Idoneidad	1 al 20	20	20 pts (100%)

B. Cuestionario Escrito Autónomo (Estructura de Reactivos)

Instrucciones: Seleccione la opción que considere correcta para cada uno de los siguientes enunciados (Cada ítem equivale a 1 punto).

- **1. La ingeniería se caracteriza principalmente por:**
 - A. Generar conocimiento sin aplicarlo

- B. Aplicar conocimientos para resolver problemas
 - C. Analizar datos históricos únicamente
 - D. Evitar el uso de tecnología
- **2. Un sistema está compuesto por:**
 - A. Elementos aislados.
 - B. Elementos interrelacionados.
 - C. Solo procesos.
 - D. Solo entradas.
- **3. La hipótesis en el método científico es:**
 - A. Un resultado final.
 - B. Una explicación provisional.
 - C. Un dato.
 - D. Una conclusión.
- **4. Un ingeniero ético debe:**
 - A. Priorizar ganancias.
 - B. Ignorar normas.
 - C. Actuar responsablemente.
 - D. Delegar decisiones.
- **5. Un estudiante analiza las diferentes ramas de la ingeniería como civil, industrial y de sistemas. Estas ramas representan:**
 - A. Asignaturas obligatorias de todos los ingenieros.
 - B. Lugares específicos donde trabajan los ingenieros.
 - C. Campos donde se aplica la ingeniería para resolver problemas.

- D. Instrumentos que utilizan los profesionales.
- **6. En un proyecto tecnológico, los científicos descubren un nuevo principio físico, los tecnólogos desarrollan dispositivos basados en ese principio y los ingenieros los aplican en soluciones reales. Esta situación muestra que:**
 - A. Las tres áreas funcionan de manera independiente.
 - B. La ciencia genera conocimiento, la tecnología lo desarrolla y la ingeniería lo aplica.
 - C. La ingeniería reemplaza completamente a la ciencia.
 - D. La tecnología elimina la necesidad de ingeniería.
- **7. Un ingeniero propone automatizar un proceso industrial utilizando sensores y software de control. Antes de implementarlo analiza los posibles impactos ambientales y sociales. Este análisis demuestra que el ingeniero debe considerar:**
 - A. Únicamente la eficiencia económica.
 - B. El impacto social y ambiental de la tecnología.
 - C. Solo el funcionamiento técnico del sistema.
 - D. Únicamente la rapidez del proceso.
- **8. Un sistema presenta comportamientos que no existen en sus partes individuales. Esto se conoce como:**
 - A. Entropía.
 - B. Sinergia.
 - C. Propiedad emergente.
 - D. Retroalimentación.
- **9. Una teoría científica es válida cuando:**
 - A. Es aceptada.

- B. Puede ser refutada.
 - C. Es definitiva.
 - D. No cambia.
- **10. Un ingeniero de sistemas diseña un algoritmo para optimizar rutas de transporte en una empresa logística. Para validar su funcionamiento analiza el tiempo promedio de entrega antes y después de implementar el sistema. Este proceso corresponde principalmente a:**
 - A. Observación empírica sin análisis.
 - B. Evaluación basada en evidencia y datos.
 - C. Uso exclusivo de conocimiento intuitivo.
 - D. Aplicación de conocimiento tradicional.
- **11. En el desarrollo de un puente intervienen ingenieros civiles, eléctricos, ambientales e industriales. Esta situación evidencia que la ingeniería moderna se caracteriza por:**
 - A. Ser una disciplina aislada.
 - B. Trabajar de forma interdisciplinaria.
 - C. Utilizar únicamente conocimientos matemáticos.
 - D. Depender exclusivamente de la tecnología.
- **12. El impacto social de la ingeniería implica que:**
 - A. Se consideran efectos en las personas.
 - B. Solo importa la técnica.
 - C. Publicación de resultados.
 - D. No afecta la sociedad.
- **13. Analizar un problema considerando todas sus partes y relaciones corresponde a:**
 - A. Pensamiento aislado.

- B. Pensamiento lineal.
 - C. Pensamiento empírico.
 - D. Pensamiento sistémico.
- **14. Una ciudad presenta problemas frecuentes de inundaciones durante temporadas de lluvia. Un grupo de ingenieros analiza datos históricos de precipitación, modelos de drenaje urbano y crecimiento poblacional antes de diseñar un nuevo sistema de alcantarillado. El proceso descrito evidencia principalmente que la ingeniería:**
 - A. Aplica soluciones basadas únicamente en experiencia previa.
 - B. Utiliza análisis de datos y conocimiento científico para diseñar soluciones.
 - C. Se basa principalmente en decisiones políticas.
 - D. Evita el uso de modelos matemáticos.
 - **15. Un investigador propone que un nuevo material puede soportar mayores cargas que el acero tradicional. Después de realizar pruebas experimentales, descubre que el material falla antes de lo esperado. Según el método científico, la acción más adecuada sería:**
 - A. Ignorar los resultados experimentales.
 - B. Modificar o rechazar la hipótesis inicial.
 - C. Ajustar los datos para que coincidan con la hipótesis.
 - D. Publicar la hipótesis sin considerar los resultados.
 - **16. Un estudiante afirma que una tecnología funciona porque siempre se ha usado de esa manera, sin realizar pruebas ni análisis. Este tipo de afirmación corresponde a:**
 - A. Conocimiento científico.
 - B. Conocimiento empírico o tradicional.
 - C. Método científico.
 - D. Investigación experimental.

- **17. Un ingeniero analiza un problema en una empresa, plantea varias hipótesis, realiza pruebas y finalmente selecciona la solución más eficiente. Este proceso evidencia:**
 - A. Uso exclusivo de experiencia empírica.
 - B. Aplicación del método científico.
 - C. Decisiones basadas en intuición.
 - D. Aplicación de conocimiento tradicional.

- **18. En el desarrollo de un nuevo software intervienen conocimientos de matemáticas, lógica, electrónica y gestión de proyectos. Esto muestra que la ingeniería es:**
 - A. Una disciplina exclusivamente matemática.
 - B. Una disciplina interdisciplinaria.
 - C. Una actividad únicamente tecnológica.
 - D. Una profesión basada solo en experiencia.

- **19. En el desarrollo de una app de salud, participan médicos, ingenieros y diseñadores. Esto demuestra que:**
 - A. El ingeniero trabaja solo.
 - B. La medicina depende de la ingeniería.
 - C. La ingeniería es interdisciplinaria.
 - D. El diseño es innecesario.

- **20. Un sistema abierto se caracteriza por:**
 - A. Intercambiar información con el entorno.
 - B. No interactuar.
 - C. Ser cerrado.
 - D. No tener límites.

C. Evidencia de Implementación Digital

La prueba de conocimiento técnico descrita fue estructurada y desplegada en la suite educativa mediante formularios de Google Forms para la recolección asíncrona de las calificaciones individuales de la muestra.

Nombre y Apellidos *

Tu respuesta

1. La ingeniería se caracteriza principalmente por: * 1 punto

- ☐ A. Generar conocimiento sin aplicarlo
- ☐ B. Aplicar conocimientos para resolver problemas
- ☐ C. Analizar datos históricos únicamente
- ☐ D. Evitar el uso de tecnología

2. Un sistema está compuesto por: * 1 punto

- ☐ A. Elementos aislados.
- ☐ B. Elementos interrelacionados.
- ☐ C. Solo procesos.
- ☐ D. Solo entradas.

3. La hipótesis en el método científico es: * 1 punto

- ☐ A. Un resultado final.
- ☐ B. Una explicación provisional.
- ☐ C. Un dato.

Fig. 16 ENTORNO VIRTUAL INTERACTIVO DEL POST-TEST ADMINISTRADO A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE SISTEMAS.

D. Disponibilidad y Acceso al Instrumento

Para auditoría externa y validación del banco de preguntas por parte del comité curricular, el formulario activo puede ser consultado de forma directa en el siguiente enlace:

- **Enlace de acceso público:** https://docs.google.com/forms/d/1TIEacSn-9M-WoUoE_tpqMC3qslFktzMz-0UYbBUoQ8c/viewform

ANEXO V. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN COGNITIVA: PRE-TEST DE CONOCIMIENTOS EN INGENIERÍA Y PENSAMIENTO SISTÉMICO

Objetivo: Establecer la línea base y diagnosticar el nivel inicial de apropiación conceptual de los estudiantes de primer semestre de Ingeniería de Sistemas en los componentes de Fundamentos de Ingeniería, Teoría General de Sistemas, Método Científico e Impacto Socioambiental antes de la mediación tecnológica.

Consideraciones Éticas y Protección de Datos (Ley 1581 de 2012):

Este cuestionario forma parte de una investigación académica de la Universidad CESMAG sobre el uso de técnicas de estudio. En cumplimiento de lo dispuesto por la Ley 1581 de 2012 y demás normas aplicables sobre protección de datos personales, informamos que los datos aquí suministrados serán incorporados en nuestra base de datos con la finalidad de conocer los hábitos y tendencias de estudio en los estudiantes de primer semestre de Ingeniería de Sistemas de la universidad. Las respuestas son estrictamente confidenciales y utilizadas únicamente con fines educativos y estadísticos.

Información de Control Requerida:

- Correo electrónico institucional (Obligatorio)
- Nombre y Apellidos completos (Obligatorio)

A. Matriz de Especificación y Distribución Temática del Pre-Test

Eje Temático / Dimensión Competencia Evaluada		Ítems Asociados	Total Ítems	Valor Total
1. Fundamentos Interdisciplinarios de la Ingeniería	Capacidad para identificar el núcleo de la ingeniería, campos de aplicación, diseño de soluciones y la articulación interdisciplinaria.	1, 5, 6, 11, 13, 18, 19	7	7 pts (35%)
2. Teoría General y Pensamiento Sistémico	Comprensión de la estructura de los sistemas, análisis relacional, lectura de datos y contextualización sistémica de problemas urbanos.	8, 14, 20	3	3 pts (15%)
3. Método Científico y Tipos de Conocimiento	Habilidad para diferenciar el conocimiento tradicional del científico, identificar fases metodológicas (observación, experimentación) y validar hipótesis basadas en datos.	3, 4, 9, 10, 12, 15, 16, 17	8	8 pts (40%)
4. Ética Profesional e Impacto Socioambiental	Conciencia sobre el rol del ingeniero en el desarrollo comunitario y la evaluación previa de impactos ambientales y sociales de la tecnología.	2, 7	2	2 pts (10%)
TOTAL	Evaluación Diagnóstica Global	1 al 20	20	20 pts (100%)

B. Cuestionario Escrito Autónomo (Estructura de Reactivos)

Instrucciones: Seleccione la opción que considere correcta para cada uno de los siguientes enunciados (Cada ítem equivale a 1 punto).

- **1. Un ingeniero analiza el problema de tráfico en una ciudad. Para solucionarlo estudia datos, aplica modelos matemáticos y diseña un sistema de semáforos inteligentes. De acuerdo con esta situación, la ingeniería se caracteriza principalmente por:**
 - A. La observación de fenómenos naturales sin intervenir en ellos.
 - B. La aplicación de conocimientos científicos y matemáticos para resolver problemas prácticos.
 - C. La formulación de teorías abstractas sin interés en su aplicación.
 - D. La recopilación de información sin generar soluciones concretas.
- **2. En una comunidad rural se presenta un problema de acceso al agua potable. Un ingeniero diseña un sistema de filtración sencillo utilizando materiales disponibles en la región. Este ejemplo muestra que el papel del ingeniero en la sociedad es:**
 - A. Desarrollar soluciones prácticas adaptadas a las necesidades del contexto.
 - B. Aplicar conocimientos sin considerar las condiciones sociales o económicas.
 - C. Crear tecnologías complejas exclusivamente para uso industrial.
 - D. Limitarse a investigar sin intervenir en problemas reales.
- **3. Un grupo de investigadores realiza experimentos repetidos para comprobar una teoría sobre un nuevo material de construcción. Esto muestra que el conocimiento científico se caracteriza por:**
 - A. Basarse principalmente en opiniones personales.
 - B. Fundamentarse en evidencia y comprobación.
 - C. No poder comprobarse mediante experimentos.
 - D. Ser completamente subjetivo.
- **4. En una investigación científica se repite varias veces un experimento para verificar si los resultados se mantienen. Esto se hace principalmente para garantizar:**

- A. Aumentar la cantidad de datos sin importar su validez.
 - B. Garantizar la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados.
 - C. Demostrar que el experimento es complicado de realizar.
 - D. Evitar el uso de instrumentos científicos.
- **5. Un estudiante analiza las diferentes ramas de la ingeniería como civil, industrial y de sistemas. Estas ramas representan:**
 - A. Asignaturas obligatorias de todos los ingenieros.
 - B. Lugares específicos donde trabajan los ingenieros.
 - C. Campos donde se aplica la ingeniería para resolver problemas.
 - D. Instrumentos que utilizan los profesionales.
- **6. En un proyecto tecnológico, los científicos descubren un nuevo principio físico, los tecnólogos desarrollan dispositivos basados en ese principio y los ingenieros los aplican en soluciones reales. Esta situación muestra que:**
 - A. Las tres áreas funcionan de manera independiente.
 - B. La ciencia genera conocimiento, la tecnología lo desarrolla y la ingeniería lo aplica.
 - C. La ingeniería reemplaza completamente a la ciencia.
 - D. La tecnología elimina la necesidad de ingeniería.
- **7. Un ingeniero propone automatizar un proceso industrial utilizando sensores y software de control. Antes de implementarlo analiza los posibles impactos ambientales y sociales. Este análisis demuestra que el ingeniero debe considerar:**
 - A. Únicamente la eficiencia económica.
 - B. El impacto social and ambiental de la tecnología.
 - C. Solo el funcionamiento técnico del sistema.

- D. Únicamente la rapidez del proceso.
- **8. Un ingeniero analiza cómo mejora la eficiencia de un sistema energético a medida que aumenta el nivel de optimización del proceso. Al observar el gráfico sobre la eficiencia de un sistema energético, de acuerdo con el mismo se puede afirmar que:**
 - A. La eficiencia disminuye cuando aumenta la optimización.
 - B. La eficiencia aumenta progresivamente con la optimización.
 - C. La eficiencia permanece constante.
 - D. No existe relación entre optimización y eficiencia.
- **9. Una investigadora observa que ciertas plantas crecen más rápido en un tipo de suelo específico y decide iniciar una investigación. ¿Cuál es el primer paso del método científico que está realizando?**
 - A. Realizar experimentos directamente.
 - B. Formular conclusiones finales.
 - C. Observar e identificar el fenómeno.
 - D. Publicar los resultados obtenidos.
- **10. Un ingeniero de sistemas diseña un algoritmo para optimizar rutas de transporte en una empresa logística. Para validar su funcionamiento analiza el tiempo promedio de entrega antes y después de implementar el sistema. Este proceso corresponde principalmente a:**
 - A. Observación empírica sin análisis.
 - B. Evaluación basada en evidencia y datos.
 - C. Uso exclusivo de conocimiento intuitivo.
 - D. Aplicación de conocimiento tradicional.
- **11. En el desarrollo de un puente intervienen ingenieros civiles, eléctricos, ambientales e industriales. Esta situación evidencia que la ingeniería moderna se caracteriza por:**

- A. Ser una disciplina aislada.
 - B. Trabajar de forma interdisciplinaria.
 - C. Utilizar únicamente conocimientos matemáticos.
 - D. Depender exclusivamente de la tecnología.
- **12. Un ingeniero recopila datos sobre consumo de energía en una fábrica para identificar oportunidades de ahorro energético. La recopilación de datos corresponde a la etapa de:**
 - A. Observación en el método científico.
 - B. Conclusión final.
 - C. Publicación de resultados.
 - D. Aplicación tecnológica.
- **13. Un ingeniero analiza diferentes alternativas para construir un puente considerando costo, seguridad y durabilidad. Este proceso corresponde a:**
 - A. Selección de la mejor solución basada en análisis.
 - B. Aplicación de conocimiento empírico sin evaluación.
 - C. Decisión basada únicamente en intuición.
 - D. Uso exclusivo de teorías abstractas.
- **14. Una ciudad presenta problemas frecuentes de inundaciones durante temporadas de lluvia. Un grupo de ingenieros analiza datos históricos de precipitación, modelos de drenaje urbano y crecimiento poblacional antes de diseñar un nuevo sistema de alcantarillado. El proceso descrito evidencia principalmente que la ingeniería:**
 - A. Aplica soluciones basadas únicamente en experiencia previa.
 - B. Utiliza análisis de datos y conocimiento científico para diseñar soluciones.
 - C. Se basa principalmente en decisiones políticas.

- D. Evita el uso de modelos matemáticos.
- **15. Un investigador propone que un nuevo material puede soportar mayores cargas que el acero tradicional. Después de realizar pruebas experimentales, descubre que el material falla antes de lo esperado. Según el método científico, la acción más adecuada sería:**
 - A. Ignorar los resultados experimentales.
 - B. Modificar o rechazar la hipótesis inicial.
 - C. Ajustar los datos para que coincidan con la hipótesis.
 - D. Publicar la hipótesis sin considerar los resultados.
- **16. Un estudiante afirma que una tecnología funciona porque siempre se ha usado de esa manera, sin realizar pruebas ni análisis. Este tipo de afirmación corresponde a:**
 - A. Conocimiento científico.
 - B. Conocimiento empírico o tradicional.
 - C. Método científico.
 - D. Investigación experimental.
- **17. Un ingeniero analiza un problema en una empresa, plantea varias hipótesis, realiza pruebas y finalmente selecciona la solución más eficiente. Este proceso evidencia:**
 - A. Uso exclusivo de experiencia empírica.
 - B. Aplicación del método científico.
 - C. Decisiones basadas en intuición.
 - D. Aplicación de conocimiento tradicional.
- **18. En el desarrollo de un nuevo software intervienen conocimientos de matemáticas, lógica, electrónica y gestión de proyectos. Esto muestra que la ingeniería es:**
 - A. Una disciplina exclusivamente matemática.

- B. Una disciplina interdisciplinaria.
 - C. Una actividad únicamente tecnológica.
 - D. Una profesión basada solo en experiencia.
- **19. En el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas, los ingenieros utilizan creatividad, conocimiento científico y herramientas tecnológicas. Esto demuestra que la ingeniería:**
 - A. Se limita a aplicar conocimientos existentes.
 - B. Integra creatividad, ciencia y tecnología.
 - C. Evita el uso de métodos científicos.
 - D. Se enfoca únicamente en actividades teóricas.
- **20. Un ingeniero propone una solución tecnológica basada en datos, análisis y evidencia científica. Esto demuestra que está aplicando:**
 - A. Pensamiento sistemático y científico.
 - B. Conocimiento empírico sin evidencia.
 - C. Pensamiento intuitivo únicamente.
 - D. Conocimiento tradicional.

C. Evidencia de Implementación Digital

El presente test diagnóstico automatizado fue estructurado en la suite de Google Forms para recopilar las respuestas iniciales del grupo de control y el grupo experimental de forma ágil y centralizada.

Nombre y Apellidos *

Tu respuesta

1. Un ingeniero analiza el problema de tráfico en una ciudad. Para solucionarlo estudia datos, aplica modelos matemáticos y diseña un sistema de semáforos inteligentes. De acuerdo con esta situación, la ingeniería se caracteriza principalmente por: * 1 punto

- ☐ A. La observación de fenómenos naturales sin intervenir en ellos.
- ☐ B. La aplicación de conocimientos científicos y matemáticos para resolver problemas prácticos.
- ☐ C. La formulación de teorías abstractas sin interés en su aplicación.
- ☐ D. La recopilación de información sin generar soluciones concretas.

2. En una comunidad rural se presenta un problema de acceso al agua potable. Un ingeniero diseña un sistema de filtración sencillo utilizando materiales disponibles en la región. Este ejemplo muestra que el papel del ingeniero en la sociedad es: * 1 punto

- ☐ A. Desarrollar soluciones prácticas adaptadas a las necesidades del contexto.
- ☐ B. Aplicar conocimientos sin considerar las condiciones sociales o económicas.
- ☐ C. Crear tecnologías complejas exclusivamente para uso industrial.
- ☐ D. Limitarse a investigar sin intervenir en problemas reales.

3. Un grupo de investigadores realiza experimentos repetidos para * 1 punto

Fig. 17 ENTORNO GRÁFICO INTERACTIVO DE LA PRUEBA PRE-TEST EN LA PLATAFORMA GOOGLE FORMS.

D. Disponibilidad y Acceso al Instrumento

Para procesos de validación metodológica o revisión del comité de investigaciones de la facultad, el formulario digital activo puede ser verificado en tiempo real mediante el siguiente hipervínculo:

- Enlace de acceso público: https://docs.google.com/forms/d/1Ref-Fg2UxWrLyTJ8dqIDPj5IchEN_qHPDNb6G9jLZhBk/viewform

ANEXO VI. INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DEL BANCO DE PREGUNTAS POR JUICIO DE EXPERTOS

Espacio Académico: Introducción a la Ingeniería (Código: 1104040501).

Programa: Ingeniería de Sistemas (Periodo 2026-1).

Unidades Evaluadas: Semana 1 a Semana 8 (Unidades 1 a 4 — Total: 58 ítems).

Docente Responsable / Evaluador: Esp. Martha Lisbeth Buritica Leon.

Rol del Evaluador: Docente del espacio académico.

Fecha de Diligenciamiento: 30 de abril de 2026.

A. Matriz de Valoración Cuantitativa por Criterio

Escala de Medición: 1: No cumple | 2: Cumple parcialmente | 3: Cumple | 4: Cumple completamente.

Criterio Evaluado	Descripción Analítica	Calificación
Pertinencia	Correspondencia temática con el plan analítico de las Unidades 1 a 4 (semanas 1 a 8).	4 (Completamente)
Coherencia	Correspondencia lógica y clara entre el enunciado, las opciones y la respuesta correcta.	3 (Cumple)
Nivel de Complejidad	Adecuación al nivel universitario de primer semestre (comprensión, análisis y aplicación).	2 (Parcialmente)
Redacción	Claridad, precisión y uso correcto del lenguaje académico, sin ambigüedades.	3 (Cumple)
Estructura ICFES	tipo Formato de selección múltiple con única respuesta (Enunciado y opciones A, B, C, D).	3 (Cumple)

Criterio Evaluado	Descripción Analítica	Calificación
Contextualización	Preguntas situadas en escenarios reales, organizacionales o académicos de la ingeniería de sistemas.	3 (Cumple)

B. Cobertura Temática y Suficiencia por Unidad

Unidad Evaluada	Contenido Temático Específico	Cantidad Ítems	de Diagnóstico de Suficiencia
Unidad 1	Introducción a la Ingeniería (semanas 1-3).	10	Suficiente
Unidad 2	Ciencia y Método Científico en Ingeniería (semana 4).	12	Suficiente
Unidad 3	Teoría General de Sistemas (semanas 6-7).	12	Suficiente
Unidad 4	Fundamentos de la Ingeniería (semana 8).	10	Suficiente
Integradores	Preguntas transversales semanas 1-8.	14	Suficiente

C. Directrices de Ajuste y Concepto Final

- **Dictamen del Evaluador:** Aprobado con ajustes. El banco es válido incorporando las correcciones indicadas.
- **Observaciones de Mejora Pedagógica:** Se solicita de manera explícita construir opciones de respuesta con una relación más estrecha y similar entre sí frente al enunciado principal. El fin metodológico es elevar el grado de complejidad e interpretación del estudiante, alineándose con las dinámicas de las pruebas de Estado Saber Pro, evitando que las respuestas incorrectas sean descartables de manera intuitiva.

Para efectos de auditoría metodológica y validación institucional, el formulario original digitalizado, debidamente diligenciado y avalado por el experto, se encuentra disponible para consulta en el siguiente repositorio oficial:

- **Enlace de verificación:** [Haz clic aquí para visualizar el Formato de Validación PDF](#)

ANEXO VII. INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE SOFTWARE Y EXPERIENCIA EDUCATIVA (EXPERTO TÉCNICO 1)

Proyecto: Fortalecimiento de la retención de información mediante herramienta gamificada (Método Cornell & Práctica Espaciada). **Autores:** Sergio Cabrera Mesa, Cristian Camilo Campo Salas, Gabriel Felipe Troya Fajardo.

Evaluator: Joan Carlos Ayala Benavides.

Fecha de Diligenciamiento: 30 de abril de 2026. **Escala Aplicada:** 1 (Total desacuerdo) a 5 (Total acuerdo).

A. Evaluación Técnica de Adecuación Funcional y Usabilidad (ISO/IEC 25010)

Criterio de Calidad	Dimensión Técnica Evaluada	Métrica (1-5)
Estructura Cornell	Capacidad de segmentación efectiva de notas en Apuntes, Claves y Resumen.	4
Práctica Espaciada	Correcto funcionamiento del sistema automatizado de notificaciones y repasos programados.	5
Generación de Flashcards	Fluidez y ausencia de errores técnicos en la conversión de notas a tarjetas de estudio.	4

Criterio de Calidad	Dimensión Técnica Evaluada	Métrica (1-5)
Aprendizaje (Usabilidad)	Curva de aprendizaje autónoma de las funciones de la app sin requerir manual de usuario.	4
Estética	Limpieza, atractivo visual y coherencia gráfica de la interfaz con el entorno educativo.	4

B. Percepción de Impacto Educativo y Gamificación (Engagement)

Componente Evaluado	Variable o Pregunta Orientadora	Métrica (1-5)
Síntesis Cognitiva	El Método Cornell integrado coadyuva a sintetizar de mejor manera la información.	5
Mitigación Procrastinación	de La Práctica Espaciada reduce el estudio intensivo memorístico de última hora.	5
Autonomía	La herramienta digital fomenta la independencia en el proceso de estudio diario.	5
Retención Conceptual	Se evidencia una mejora en la apropiación a largo plazo de los conceptos estudiados.	5
Sistemas de Incentivos	El modelo de recompensas (XP/monedas) motiva el uso recurrente de la solución.	4
Compromiso Emocional	La interacción directa con la mascota virtual genera engagement con el estudio.	5

C. Consideraciones del Experto y Recomendaciones de Despliegue

- **Valoración Global del Producto:** Se ratifica que la aplicación cumple con creces los estándares internacionales de usabilidad, gamificación y funcionalidad desde la perspectiva de experiencia de usuario (UX). Posee una calidad gráfica alta que propicia un entorno agradable y su economía de fichas (puntos/recompensas) viabiliza la adaptabilidad estudiantil.
- **Recomendaciones de Escalabilidad Tecnológica:** Se sugiere incorporar en el backlog de desarrollo la capacidad de cargar apuntes mediante imágenes directas, integrando una API de Inteligencia Artificial capaz de procesar el texto visual y generar resúmenes automáticos basados en el modelo Cornell.
- **Concepto de Implementación:** Se recomienda formalmente realizar el despliegue a producción de la plataforma e incorporarla dentro del ecosistema tecnológico y didáctico formal de la Universidad CESMAG.

Para efectos de auditoría metodológica y validación institucional, el formulario original digitalizado, debidamente diligenciado y avalado por el experto, se encuentra disponible para consulta en el siguiente repositorio oficial:

- **Enlace de verificación:** [Haz clic aquí para visualizar el Formato de Validación PDF](#)

ANEXO VIII. INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE SOFTWARE Y EXPERIENCIA EDUCATIVA (EXPERTO PEDAGÓGICO 2)

Proyecto: Fortalecimiento de la retención de información mediante herramienta gamificada (Método Cornell & Práctica Espaciada).

Autores: Sergio Cabrera Mesa, Cristian Camilo Campo Salas, Gabriel Felipe Troya Fajardo.

Evaluador: Lic. Maria Victoria Burbano Quiroz.

Fecha de Diligenciamiento: 20 de abril de 2026. **Escala Aplicada:** 1 (Total desacuerdo) a 5 (Total acuerdo).

A. Evaluación Técnica de Adecuación Funcional y Usabilidad (ISO/IEC 25010)

Criterio de Calidad	Dimensión Técnica Evaluada	Métrica (1-5)
Estructura Cornell	Segmentación modular de notas en Apuntes, Claves y Resumen dentro de la aplicación.	4
Práctica Espaciada	Desempeño del motor de notificaciones y la calendarización del repaso distribuido.	3
Generación de Flashcards	Transposición automatizada de resúmenes en tarjetas didácticas interactivas.	4
Aprendizaje (Usabilidad)	Facilidad de operación e interacción intuitiva con las interfaces sin inducción.	4
Estética	Coherencia del diseño de interfaces, balance cromático y adaptación académica.	4

B. Percepción de Impacto Educativo y Gamificación (Engagement)

Componente Evaluado	Variable o Pregunta Orientadora	Métrica (1-5)
Síntesis Cognitiva	Contribución del método integrado a la capacidad de síntesis y estructuración del alumno.	4
Mitigación de Procrastinación	Impacto de los intervalos en la reducción del estudio acumulativo pre-examen.	4
Autonomía	Promoción del autoaprendizaje y el empoderamiento del estudiante de sistemas.	4
Retención Conceptual	Eficacia percibida en la fijación de la memoria conceptual y procedimental.	4

Componente Evaluado	Variable o Pregunta Orientadora	Métrica (1-5)
Sistemas de Incentivos	Atractivo conductual del sistema gamificado (recompensas por puntos de experiencia).	5
Compromiso Emocional	Capacidad de fidelización y acompañamiento a través de la mecánica de la mascota virtual.	5

C. Observaciones Técnicas y Didácticas de la Evaluadora

- **Valoración General del Producto:** Se define el software como un entorno integral con un enfoque pedagógico innovador apoyado en el aprendizaje basado en juegos (ABJ). Destaca su carácter lúdico, facilidad de despliegue y utilidad práctica. Elogia significativamente la inclusión de múltiples tipologías de preguntas en los cuestionarios internos, indicando que esto previene la fatiga cognitiva y extiende los lapsos de atención del usuario.
- **Sugerencias de Rediseño Metodológico:** Se aconseja programar un algoritmo de rotación dinámica de reactivos para evaluar un mismo concepto de forma adaptativa. De este modo, si un término es evaluado primero mediante selección múltiple, en subsecuentes repasos se presente en formato de autocompletar texto, consolidando un aprendizaje significativo profundo.
- **Soporte Visual:** Se recomienda indexar elementos gráficos e imágenes vectoriales como estímulos o apoyos visuales dentro de las preguntas formuladas en el software.

Para efectos de auditoría metodológica y validación institucional, el formulario original digitalizado, debidamente diligenciado y avalado por el experto, se encuentra disponible para consulta en el siguiente repositorio oficial:

- **Enlace de verificación:** [Haz clic aquí para visualizar el Formato de Validación PDF](#)

 UNIVERSIDAD CESMAG MTC-REG. 169.2017-7 VIRREYES MINISTRACION	CARTA DE ENTREGA TRABAJO DE GRADO O TRABAJO DE APLICACIÓN – ASESOR(A)	CÓDIGO: AAC-BL-FR-032
		VERSIÓN: 1
		FECHA: 09/JUN/2022

San Juan de Pasto, 12 de agosto de 2026

Biblioteca
REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.
Universidad CESMAG
Pasto

Saludo de paz y bien.

Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado / Trabajo de Aplicación denominado “Fortalecimiento de la retención de información en estudiantes de primer semestre de la universidad CESMAG mediante una herramienta gamificada basada en el método cornell y la práctica espaciada, presentado por los autores SERGIO CABRERA MESA, CRISTIAN CAMILO CAMPO SALAS y GABRIEL FELIPE TROYA FAJARDO del Programa Académico Ingeniería de sistemas al correo electrónico biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co. Manifiesto como asesora, que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado o de Aplicación, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita el paz y salvo respectivo.

Atentamente,



DIRECTORA DEL PROGRAMA
Marleny Mayani Lopez Bastidas
1.085.302.685
Ingeniería de sistemas
3152966718
mmlopez@unicesmag.edu.co

 UNIVERSIDAD CESMAG MT: 800.109.337-7 NOVEDAD EN EDUCACIÓN	AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL	CÓDIGO: AAC-BL-FR-031
		VERSIÓN: 1
		FECHA: 09/JUN/2022

INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)	
Nombres y apellidos del autor: SERGIO CABRERA MESA	Documento de identidad: 1000567043
Correo electrónico: sergiocabreramesa3@gmail.com	Número de contacto: 3126728431
Nombres y apellidos del autor: CRISTIAN CAMILO CAMPO SALAS	Documento de identidad: 1085324650
Correo electrónico: camilo14501@gmail.com	Número de contacto: 3170995455
Nombres y apellidos del autor: GABRIEL FELIPE TROYA FAJARDO	Documento de identidad: 1193481229
Correo electrónico: gabrieltroya16@gmail.com	Número de contacto: 3023621837
Nombres y apellidos del autor:	Documento de identidad:
Correo electrónico:	Número de contacto:
Nombres y apellidos del asesor: Marleny Mayani Lopez Bastidas	Documento de identidad: 1085302685
Correo electrónico: mmlopez@unicesmag.edu.co	Número de contacto: 3152966718
Título del trabajo de grado: Fortalecimiento de la retención de información en estudiantes de primer semestre de la universidad CESMAG mediante una herramienta gamificada basada en el método cornell y la practica espaciada	
Facultad y Programa Académico: Facultad de Ingeniería, programa Ingeniería de sistemas	

En nuestra calidad de autores y/o titulares del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, conferimos a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el término en el que los firmantes del presente documento conservemos la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que dejemos de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, nos comprometemos a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de nuestra parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conocemos que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.

 UNIVERSIDAD CESMAG MT: 800.109.387-7 VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN	AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL	CÓDIGO: AAC-BL-FR-031
		VERSIÓN: 1
		FECHA: 09/JUN/2022

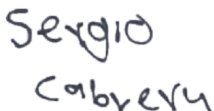
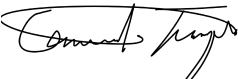
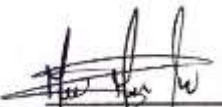
- b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, aceptamos que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- c) Aceptamos que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renunciamos a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.
- d) Manifestamos que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostentamos los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumimos toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de los autores y la fecha de publicación.
- e) Autorizamos a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizamos a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

NOTA: En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autores garantizamos que hemos cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejamos constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizamos la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permitimos que nuestro Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 12 días del mes de agosto del año 2026

 Firma del autor	 Firma del autor
Nombre del autor: SERGIO CABRERA MESA	Nombre del autor: CRISTIAN CAMILO CAMPO SALAS
 Firma del autor	Firma del autor
Nombre del autor: GABRIEL FELIPE TROYA FAJARDO	Nombre del autor:
 Nombre del asesor:	