



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

PUCE TEC

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR EN DESARROLLO DE SOFTWARE**

***“SISTEMA WEB INTERACTIVO PARA LA VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO
COGNITIVO EN ADULTOS MAYORES DE MI NONA GUARDERÍA”***

AUTOR: *“MERO VELASCO ADAM”*

TUTOR: *“VIVERO GARCÍA JORGE JEFFREY”*

IBARRA – ECUADOR

FEBRERO, 2026

Ibarra, 10 marzo de 2026

CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de integración curricular titulado: SISTEMA WEB INTERACTIVO PARA LA VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO COGNITIVO EN ADULTOS MAYORES DE MI NONA GUARDERÍA, presentado por el estudiante Mero Velasco Adam con cédula de ciudadanía N°1761286176, para obtener el Título de Tecnólogo Superior en Desarrollo de Software.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

Turnitin Originality Report

Processed on: 10-Mar-2026 10:51 -05
ID: 289593101
Word Count: 9311
Submitted: 1

Similarity Index	Similarity by Source
8%	Internet Sources: 5% Publications: 0% Student Papers: 7%

Plataforma Web para la Administración Eficiente del Inventario
Bodega de Nutrición del Hospital General Nova Clínica Moderna
By ADAM MERO VELASCO

2% match (student papers from 10-Mar-2026) Class: TIC TEC SOFTWARE 202502 Assignment: TIC TEC SOFTWARE Paper ID: 289593101
1% match (student papers from 13-Feb-2026) Class: TIC TEC SOFTWARE 202502 Assignment: TIC TEC SOFTWARE Paper ID: 2878352359
1% match (student papers from 24-Sep-2025) Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE on 2025-09-24
1% match (student papers from 24-Sep-2025) Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE on 2025-09-24
1% match (student papers from 11-Sep-2025) Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE on 2025-09-11
1% match (student papers from 16-Feb-2026) Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE on 2026-02-16
1% match (Internet from 08-Apr-2025) https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8f4be94c-e516-4b10-b003-d4bafa82bf3f/content

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR PUCE TEC TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR EN DESARROLLO DE SOFTWARE "SISTEMA WEB INTERACTIVO PARA LA VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO COGNITIVO EN ADULTOS MAYORES DE MI NONA GUARDERÍA" AUTOR: "MERO VELASCO ADAM" TUTOR: "VIVERO GARCÍA JORGE JEFFREY" IBARRA - ECUADOR FEBRERO, 2026 Ibarra, 10 marzo de 2026 CERTIFICACIÓN TUTOR En mi calidad de Tutor del Trabajo de integración curricular titulado: SISTEMA WEB INTERACTIVO PARA LA VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO COGNITIVO EN ADULTOS MAYORES DE MI NONA GUARDERÍA, presentado por el estudiante Mero Velasco Adam con cédula de ciudadanía N°1761286176, para obtener el Título de Tecnólogo Superior en Desarrollo de Software. Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores. Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN. (f): Mgs. VIVERO GARCÍA JORGE JEFFREY TUTOR DE TRABAJO C.C.: 1002061420 ii PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra: (f): Mgs. Vivero García Jorge Jeffrey C.C.: 1002061420 (f): Msc. Álvaro Mauricio Cevallos Ramírez C.C.: 1002494019 iii ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS Yo, Mero Velasco Adam, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 163 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos,

Firmado digitalmente
por Jorge J. Vivero
García
Fecha: 2026.03.11
09:26:11 -05'00'
(f): Jorge J. Vivero García
Mgs. VIVERO GARCÍA JORGE JEFFREY
TUTOR DE TRABAJO
C.C.: 1002061420

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:

**Jorge J.
Vivero
García**
(f):

Firmado digitalmente por
Jorge J. Vivero
García
Fecha: 2026.03.11
09:26:29 -05'00'

Mgs. Vivero García Jorge Jeffrey

C.C.: 1002061420



(f):.....

Msc. Álvaro Mauricio Cevallos Ramírez

C.C.: 1002494019

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, *Mero Velasco Adam*, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 10 marzo de 2026

(f): 

Mero Velasco Adam

C.C.: 1761286176

AUTORIA

Yo, *Mero Velasco Adam*, portador de la cedula de ciudadanía N° 1761286176, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

(f): 

Mero Velasco Adam

C.C.: 1761286176

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, hermano familia y amigos por el apoyo constante que me dieron, gracias a ellos no podría haber llegado donde estoy, así mismo, agradezco a los docentes y a la universidad por los buenos tratos que me otorgaron y la gran guía que me han dado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN TUTOR	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS	iv
AUTORIA	v
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE	3
1.1. Contextualización y propósito	3
1.2. Problema de Investigación.....	4
1.2.1. Fundamentación de las Pruebas de Valoración Cognitiva Digital	5
1.3. Desarrollo Temático/Conceptual del Estado del Arte	6
1.3.1. Aplicaciones Web.....	7
1.3.2. Lenguaje de Programación	8
1.4. Organización / Categorías Principales	9
1.4.1. Investigaciones sobre el rendimiento cognitivo y su impacto en las habilidades motoras en adultos mayores.....	9
1.5. Síntesis de los Hallazgos.....	9
1.6. Identificación de Brechas (Gaps) o Vacíos de Conocimiento	10
1.7. Limitaciones de los Estudios Previos	11
1.8. Justificación de la Investigación Propia	11
1.9. Conclusión.....	12
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1. Enfoque de la investigación	14
2.2. Tipo de Investigación	14

2.3. Diseño de la Investigación	15
2.4. Población, Muestra, y Unidades de Estudio	16
2.4.1. Población	16
2.4.2. Muestra.....	16
2.4.3. Unidades de Estudio	17
2.4.4. Fase de Desarrollo por Sprints.....	24
2.4.5. Diseño de la Interfaz	26
CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUSIONES	44
3.1. Presentación de Resultados.....	44
3.1.1. Cumplimiento de Historias de Usuario	44
3.1.2. Métricas de Calidad de Software.....	45
3.1.3. Precisión del Sistema	46
3.1.4. Automatización de Procesos.....	46
3.2. Discusión de Resultados	47
3.2.1. Respuesta al Cambio	47
3.2.2. Contraste con la Literatura:	47
3.2.3. Satisfacción del Cliente/Usuario	48
3.2.4. Análisis de Costo-Beneficio o Impacto.....	48
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Requisito Funcional 01: Ejecución de Prueba de Memoria de Secuencia	17
Tabla 2	Requisito Funcional 02: Registro Automático de Métricas	18
Tabla 3	Requisito Funcional 03: Registro y Almacenamiento de Métricas de Desempeño	18
Tabla 4	Requisito Funcional 04: Prueba de Tiempo de Reacción y Precisión Motora.....	19
Tabla 5	Requisito Funcional 05: Generación de Reportes Comparativos y Estadísticos	19
Tabla 6	Requisito Funcional 06: Módulo de Retroalimentación Gamificada Inmediata.....	20
Tabla 7	Requisito No Funcional 01: Usabilidad y Accesibilidad de la Interfaz	20
Tabla 8	Requisito No Funcional 02: Seguridad y Confidencialidad de los Datos	21
Tabla 9	Requisito No Funcional 03: Robustez y Tolerancia a Fallos.....	21
Tabla 10	Análisis y refinamiento de las historias de usuario.....	22
Tabla 11	Distribución de Sprints	24
Tabla 12	Cumplimiento de historias de usuario.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ingreso	27
Figura 2 Test Memoria de Secuencias	28
Figura 3 Inicio test memoria de secuencia.....	29
Figura 4 Jugando test memoria de secuencia.....	30
Figura 5 Test Memoria Numérica.....	31
Figura 6 Inicio test memoria numérica	32
Figura 7 Jugando test memoria numérica	33
Figura 8 Memoria Verbal.....	34
Figura 9 Inicio test memoria verbal	35
Figura 10 Jugando test memoria verbal	36
Figura 11 Test del Chimpancé	37
Figura 12 Inicio test del chimpancé	38
Figura 13 Jugando test del chimpancé	39
Figura 14 Memoria Visual	40
Figura 15 Inicio memoria visual	41
Figura 16 Jugando test memoria verbal	42
Figura 17 Diagrama Base de Datos.....	43

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular describe el desarrollo e implementación de un Sistema Web interactivo diseñado para la valoración del desempeño cognitivo y motor en adultos mayores del centro "Mi Nona" en la ciudad de Ibarra. La problemática identificada reside en la ineficiencia de los métodos de evaluación tradicionales, los cuales dependen de registros manuales propensos a errores y sesgos subjetivos. El objetivo principal fue automatizar este proceso mediante una herramienta tecnológica accesible que facilite el seguimiento clínico y la detección temprana de alteraciones neurocognitivas.

La metodología aplicada para el desarrollo del software fue XP (eXtreme Programming), permitiendo una construcción iterativa y colaborativa dividida en cuatro Sprints. El sistema integra pruebas basadas en estándares de Psicología Cognitiva, tales como: la memoria visual, el test del chimpancé y secuencias lúdicas, todas diseñadas con interfaces de alto contraste para mitigar la brecha tecnológica en la población objetivo. Se definieron variables clave como el tiempo de reacción y la precisión de retención para medir el desempeño de los usuarios de manera cuantitativa.

Los resultados demuestran que la implementación del sistema alcanzó una precisión del 95% en la captura de métricas, eliminando la ambigüedad en los diagnósticos. Las encuestas de las fichas de observación confirmaron que la gamificación incrementó la motivación de los adultos mayores, validando la utilidad y aceptabilidad de la plataforma como un soporte tecnológico eficaz para mejorar la calidad de la atención gerontológica en el centro.

Palabras clave:

Sistema Web, Valoración Cognitiva.

ABSTRACT

This curriculum integration project describes the development and implementation of an interactive Web System designed to assess cognitive and motor performance in older adults at the "Mi Nona" center in the city of Ibarra. The identified problem lies in the inefficiency of traditional assessment methods, which rely on manual records prone to errors and subjective biases. The primary objective was to automate this process through an accessible technological tool that facilitates clinical monitoring and the early detection of neurocognitive alterations.

The methodology applied for software development was eXtreme Programming (XP), allowing for an iterative and collaborative construction divided into four Sprints. The System integrates tests based on cognitive psychology standards, such as Visual Memory, the "Chimpanzee Test," and Ludic Sequences, all designed with high-contrast interfaces to mitigate the digital divide within the target population. Key variables, such as reaction time and retention accuracy, were defined to measure user performance quantitatively.

The results demonstrate that the System's implementation achieved 95% accuracy in metric capture, eliminating ambiguity in diagnoses. Surveys and observation sheets confirmed that gamification increased the motivation of the older adults, validating the Platform's utility and acceptability as an effective technological support to improve the quality of gerontological care at the center.

Keywords:

Web System, Cognitive Assessment.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto surge de la necesidad de modernizar los procesos de evaluación neuropsicológica en adultos mayores del centro "Mi Nona" en Ibarra. Ante el envejecimiento poblacional, se requiere una herramienta que permita identificar cambios en las capacidades mentales de forma oportuna. Por ello, este trabajo propone un Sistema Web interactivo diseñado para transformar la valoración tradicional en un proceso digital preciso.

El primer capítulo establece el marco teórico y la fundamentación científica del deterioro cognitivo y motor en la tercera edad. Se analizan los conceptos clave que sustentan las pruebas digitales, como la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento. Este apartado justifica la importancia de utilizar tecnología accesible para mejorar la calidad de vida y el seguimiento clínico de esta población vulnerable.

En el segundo capítulo se detalla la propuesta técnica basada en las necesidades específicas de los usuarios finales. Se definen los requerimientos funcionales que permiten capturar métricas exactas mediante interfaces de alto contraste y navegación simplificada. El enfoque se centra en cómo el diseño de Software puede adaptarse a las limitaciones físicas y cognitivas propias del envejecimiento normativo.

El tercer capítulo presenta el análisis de los resultados obtenidos tras la implementación del sistema en el entorno real. Se evalúa el impacto de la herramienta en la eficiencia operativa del centro y la precisión de los datos recolectados. Este apartado permite contrastar los hallazgos con la literatura existente, validando la efectividad del prototipo frente a los métodos de evaluación analógicos.

Dentro del estudio, la variable independiente está constituida por el "Sistema Web Interactivo", el cual actúa como el estímulo tecnológico controlado. A través de sus módulos de gamificación y pruebas estandarizadas, el sistema busca generar una interacción directa con el usuario. Esta

herramienta representa la solución innovadora propuesta para solventar las deficiencias de los registros manuales.

Por otro lado, la variable dependiente es la "Valoración del Desempeño Cognitivo y Motor", la cual fluctúa según el uso de la plataforma. Esta variable se mide mediante indicadores específicos como el tiempo de reacción, la capacidad de retención visual y la precisión en secuencias. El objetivo principal es observar cómo el sistema facilita una medición más exacta y objetiva de estas funciones vitales.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE

1.1. Contextualización y propósito

En primer lugar, el estudio del desempeño cognitivo y motor en adultos mayores ha cobrado importancia debido al aumento de la población envejeciente y la necesidad de herramientas accesibles para evaluar sus capacidades. Las evaluaciones tradicionales suelen basarse en pruebas clínicas u observaciones subjetivas, lo cual dificulta la continuidad, la precisión y la accesibilidad del proceso. En este sentido, la incorporación de tecnologías digitales representa una oportunidad para obtener mediciones objetivas y disponibles para un mayor número de personas.

Además, en los últimos años las plataformas Web han comenzado a utilizarse en áreas como: Neuropsicología, Educación y Salud Preventiva, permitiendo evaluaciones rápidas y automatizadas sin la necesidad de presencia constante de un profesional. Para los adultos mayores, estas herramientas facilitan la autoevaluación desde su entorno cotidiano, reduciendo barreras como el transporte, los costos y la disponibilidad institucional. Esta interactividad aumenta la motivación del usuario y promueve un seguimiento más frecuente.

Por consiguiente, el propósito del estado del arte en este proyecto es revisar las principales investigaciones, tecnologías y enfoques conceptuales relacionados con la evaluación cognitiva y motora a través de medios digitales. Esta revisión permite identificar avances relevantes y limitaciones persistentes, especialmente en cuanto a accesibilidad, inclusión tecnológica y adaptación a las características de los adultos mayores. Asimismo, dicha revisión establece los fundamentos teóricos que respaldan el diseño del sistema propuesto.

Finalmente, este estado del arte permite identificar el vacío de herramientas Web interactivas orientadas a la población adulta mayor en la ciudad de Ibarra. En tal virtud, el análisis realizado justifica el desarrollo de una plataforma Web accesible, intuitiva y capaz de medir con precisión

habilidades cognitivas y motoras. Además, ofrece un sustento científico para validar la pertinencia y utilidad social del proyecto.

1.2. Problema de Investigación

En la actualidad, la ciudad de Ibarra carece de una herramienta digital accesible que permita evaluar de manera objetiva las habilidades cognitivas y motoras de adultos mayores. Las evaluaciones tradicionales dependen de consultas presenciales que suelen ser costosas, limitadas en disponibilidad y difíciles de aplicar de manera continua. Este escenario dificulta la detección temprana de alteraciones en memoria, velocidad de procesamiento o precisión manual, afectando la prevención y el acompañamiento profesional.

Además, la ausencia de plataformas Web diseñadas específicamente para adultos mayores impide que este grupo pueda realizar autoevaluaciones periódicas. Esto reduce la posibilidad de generar datos confiables sobre su rendimiento cognitivo-motor, información que sería útil para familiares y profesionales de la salud. De este modo, se evidencia un vacío tecnológico que afecta la autonomía, el bienestar y la calidad de vida de la población.

Por otra parte, los métodos tradicionales presentan problemas de adherencia debido a su carácter rígido y poco interactivo. La falta de dinamismo o estrategias motivacionales, como la gamificación, hace que los adultos mayores no participen de manera constante en evaluaciones. Esto genera la necesidad de soluciones tecnológicas más atractivas, accesibles y ajustadas al contexto actual, fomentando la participación continua.

En consecuencia, surge la pregunta central de investigación: ¿cómo evaluar comparativamente el rendimiento cognitivo y motor de los adultos mayores de Ibarra ante la inexistencia de una herramienta Web interactiva, accesible y de bajo costo? Esta interrogante orienta el desarrollo del

proyecto, guiando el diseño de un sistema capaz de responder a las limitaciones identificadas en la realidad local.

1.2.1. Fundamentación de las Pruebas de Valoración Cognitiva Digital

En primer término, el análisis conceptual parte de la revisión de las funciones cognitivas más relevantes en adultos mayores, como la memoria de trabajo y la atención. Diversos estudios muestran que estas capacidades tienden a deteriorarse con la edad (Guevara Verdugo, 2025; Zaninotto et al., 2018) y que las evaluaciones digitales permiten medir estos cambios de forma más rápida y precisa que los métodos tradicionales. En consecuencia, la tecnología se constituye en un apoyo importante para la detección temprana de alteraciones cognitivas (Cortés Álvarez, 2024).

La prueba de Memoria Visual se fundamenta en el estudio de la memoria de trabajo visoespacial, la cual es crucial para retener patrones estáticos. Investigaciones indican que esta capacidad de almacenamiento visual disminuye significativamente con la edad biológica (Logie, 1995; Kessels et al., 2000). Al utilizar una cuadrícula interactiva, el sistema permite medir la integridad de la red dorsal encargada de la orientación espacial.

La literatura científica subraya que la automatización de estas métricas reduce drásticamente el sesgo del evaluador en comparación con los métodos analógicos (Cortés Álvarez, 2024). El uso de herramientas digitales inspiradas en estándares globales garantiza una recolección de datos objetiva y precisa (Zaninotto et al., 2018). De este modo, el sistema se constituye en un soporte tecnológico vital para la detección de alteraciones neurocognitivas.

Respecto a la Memoria de Secuencias, esta se basa en la atención sostenida y el procesamiento secuencial, procesos que suelen verse afectados por el envejecimiento normativo (Salthouse, 1996). Diversos autores sostienen que la repetición de estímulos luminosos progresivos es una

métrica fiable para detectar fallos tempranos en la función ejecutiva (Murman, 2015). En tal virtud, el sistema proporciona una evaluación dinámica de la concentración.

El test del Chimpancé adapta tareas de memoria de trabajo espacial, evaluando la retención visual inmediata y la inhibición de estímulos. Según estudios de neuropsicología comparada y gerontología, esta capacidad de recordar posiciones ocultas depende de la eficiencia de la corteza prefrontal (Inoue y Matsuzawa, 2007; Matsuzawa, 2013). Su implementación digital facilita medir la velocidad de procesamiento motriz en el adulto mayor.

En cuanto a la Memoria Numérica y Verbal, las pruebas se sustentan en el paradigma del 'Digit Span' y el reconocimiento léxico. Estudios contemporáneos demuestran que la retención de dígitos es un predictor clave del deterioro cognitivo leve en poblaciones vulnerables (Guevara Verdugo, 2025; Oh et al., 2018). La validación automática de palabras permite discernir entre la memoria semántica preservada y la pérdida de memoria episódica.

1.3. Desarrollo Temático/Conceptual del Estado del Arte

En primer término, el análisis conceptual parte de la revisión de las funciones cognitivas más relevantes en adultos mayores, como la memoria de trabajo, la atención y la velocidad de procesamiento. Diversos estudios muestran que estas capacidades tienden a deteriorarse con la edad (Guevara Verdugo, 2025; Zaninotto et al., 2018) y que las evaluaciones digitales permiten medir estos cambios de forma más rápida y precisa que los métodos tradicionales. En consecuencia, la tecnología se constituye en un apoyo importante para la detección temprana de alteraciones cognitivas (Cortés Álvarez, 2024).

Además, las habilidades motoras como: el tiempo de reacción y la precisión manual mantienen una relación directa con el funcionamiento cognitivo. Investigaciones contemporáneas destacan que el deterioro en cualquiera de estas áreas suele reflejarse en la otra (Durán et al., citado en FI-

Admin, 2025), reforzando la necesidad de evaluarlas conjuntamente. Por consiguiente, este enfoque integrado ha impulsado el desarrollo de herramientas Web que permiten medir ambas dimensiones en un mismo entorno interactivo.

Finalmente, la incorporación de gamificación en las evaluaciones ha demostrado mejorar la motivación y la adherencia de los adultos mayores (Martinho et al., 2020; Gellner y Buchem, 2022). Elementos como retroalimentación inmediata, niveles progresivos y estímulos visuales atractivos facilitan la participación continua y mejoran la calidad de los datos obtenidos. En tal virtud, la gamificación se posiciona como un recurso clave dentro de los sistemas evaluativos digitales.

1.3.1. Aplicaciones Web

En primer lugar, las aplicaciones Web proporcionan accesibilidad desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, lo que resulta especialmente útil para adultos mayores con limitaciones de movilidad. Su disponibilidad permite realizar evaluaciones desde el hogar, reduciendo las barreras físicas y logísticas que comúnmente dificultan el acceso a servicios especializados (Baptista et al., 2022; Pike et al., 2018).

Además, estas plataformas ofrecen interfaces intuitivas y visuales que facilitan la navegación para usuarios con dificultades cognitivas o visuales. La retroalimentación inmediata contribuye a una mejor comprensión del desempeño y disminuye la frustración tecnológica (Maruta y Martins, 2019). En consecuencia, las aplicaciones Web se convierten en entornos adecuados para evaluaciones accesibles y amigables.

Finalmente, su capacidad de almacenar datos en tiempo real permite generar historiales de rendimiento y facilitar análisis comparativos a lo largo del tiempo. Por tal motivo, las aplicaciones Web representan una opción sostenible, escalable y eficaz para la evaluación cognitivo-motora.

1.3.2. Lenguaje de Programación

- **Python**

En primer lugar, Python es un lenguaje versátil con una sintaxis sencilla, lo cual facilita el desarrollo de aplicaciones de análisis de datos y pruebas interactivas. Su compatibilidad con Frameworks como Flask o Django permite crear plataformas robustas para gestionar usuarios, almacenar resultados y organizar módulos evaluativos (Vázquez y Alulema, 2024). En consecuencia, Python se vuelve adecuado para sistemas que requieren precisión y flexibilidad.

Además, sus librerías especializadas como: NumPy, Pandas y Matplotlib permiten analizar métricas, identificar patrones y generar reportes. Esta capacidad lo convierte en una herramienta clave para interpretar datos cognitivo-motores (Castro et al., 2024). Finalmente, su integración con modelos de inteligencia artificial abre la posibilidad de mejoras futuras mediante algoritmos predictivos.

- **Java**

En primer lugar, Java destaca por su estabilidad, seguridad y portabilidad, características esenciales para plataformas que manejan información sensible. Frameworks como Spring permiten diseñar sistemas bien estructurados y seguros, garantizando un manejo adecuado de datos de evaluación (Vázquez y Alulema, 2024). En consecuencia, Java es una opción confiable para entornos tecnológicos de larga duración.

Además, su capacidad para ejecutar múltiples procesos y manejar grandes volúmenes de datos asegura un funcionamiento fluido incluso en plataformas con numerosos usuarios. Finalmente, su amplia documentación facilita el mantenimiento continuo y la ampliación del sistema conforme evolucionen los requerimientos del proyecto.

1.4. Organización / Categorías Principales

1.4.1. Investigaciones sobre el rendimiento cognitivo y su impacto en las habilidades motoras en adultos mayores

En primer lugar, la literatura muestra una relación directa entre funciones cognitivas como memoria de trabajo y atención y habilidades motoras como precisión y tiempo de reacción. Este vínculo se refleja en estudios que evidencian deterioros paralelos en ambas áreas durante el envejecimiento (Rubio y Gracia, 2018). Es importante considerar esta simultaneidad en el declive funcional. Un estudio de Cancino et al. (2018) también confirma que funciones como la atención y la velocidad de procesamiento influyen significativamente en la coordinación. Esto subraya la necesidad de un enfoque dual en la evaluación. Asimismo, otros trabajos como los referenciados en FI-Admin (2025) resaltan el vínculo constante entre ambas capacidades a medida que avanza la edad. En consecuencia, evaluar estas capacidades de manera integrada se vuelve fundamental. Además, se destaca que la velocidad de procesamiento influye directamente en la capacidad de respuesta ante estímulos, afectando el desempeño motor y aumentando los riesgos de accidentes. Asimismo, investigaciones recientes señalan que el entrenamiento cognitivo puede mejorar ciertas habilidades motoras, reforzando el carácter bidireccional de esta relación. Esto sugiere que la intervención en un área beneficia a la otra. Finalmente, las herramientas digitales y plataformas Web han permitido obtener métricas objetivas de esta interacción mediante registros automáticos de tiempos, precisión y respuestas. En tal virtud, la tecnología se posiciona como un recurso clave para estudiar el vínculo cognitivo-motor en adultos mayores.

1.5. Síntesis de los Hallazgos

En primer lugar, la revisión evidencia un consenso claro respecto a la estrecha relación entre el rendimiento cognitivo y las habilidades motoras en adultos mayores. Las investigaciones

coinciden en que funciones como la atención, la memoria y la velocidad de procesamiento influyen significativamente en la coordinación y el tiempo de reacción (Cancino et al., 2018; Guevara Verdugo, 2025). En consecuencia, evaluar ambas áreas de manera conjunta resulta pertinente.

Además, la tecnología digital en especial las aplicaciones Web ha demostrado ser una herramienta eficaz para medir estas capacidades gracias a su accesibilidad, rapidez y capacidad de registrar datos precisos (Baptista et al., 2022). La gamificación emerge como un recurso valioso para mejorar la motivación y garantizar la continuidad de las evaluaciones (Martinho et al., 2020) Este enfoque lúdico incrementa la adherencia del usuario.

Finalmente, se identifican avances importantes, pero también limitaciones relacionadas con la falta de herramientas adaptadas a adultos mayores, escasas investigaciones en contextos locales y poca disponibilidad de análisis longitudinales. Por tal motivo, existe una necesidad evidente de desarrollar sistemas digitales integrados y accesibles.

1.6. Identificación de Brechas (Gaps) o Vacíos de Conocimiento

En primer lugar, se identifica una falta de investigaciones aplicadas al contexto geográfico de Ibarra, lo que impide comprender cómo se manifiestan las relaciones cognitivo-motoras en esta población específica (Juanacio, 2024). La mayoría de los estudios se desarrollan en otros países, generando un vacío contextual que limita la validez local.

Además, se observa una escasez de herramientas Web que integren evaluaciones cognitivas y motoras en un solo entorno accesible. La mayoría de las plataformas existentes abordan estas dimensiones por separado, lo que dificulta obtener una visión completa del rendimiento del usuario.

Asimismo, existe un vacío en investigaciones que utilicen metodologías digitales adaptadas a adultos mayores con baja alfabetización tecnológica. Esta falta limita el diseño de interfaces más

inclusivas y accesibles (Villareal y Gaviria, 2020). Finalmente, se evidencia la ausencia de estudios longitudinales que permitan analizar cómo evolucionan estas habilidades a lo largo del tiempo, lo cual es esencial para una comprensión completa del envejecimiento.

1.7. Limitaciones de los Estudios Previos

En primer lugar, la revisión de la literatura evidencia limitaciones en el alcance geográfico y poblacional. Los estudios previos se han centrado principalmente en poblaciones urbanas, dejando una brecha en la comprensión del fenómeno en contextos rurales. Por consiguiente, existe una notoria ausencia de investigaciones aplicadas a contextos locales específicos, como Ibarra, lo que restringe la validez y la capacidad de generalización de los hallazgos a esta población.

Además, se observan limitaciones de tipo metodológico y de diseño. En este sentido, es escasa la existencia de estudios longitudinales que permitan analizar la evolución de las habilidades cognitivas y motoras a lo largo del tiempo. Asimismo, la mayoría de las plataformas existentes abordan las dimensiones cognitivas y motoras de manera separada, lo que representa una limitación metodológica al no ofrecer una visión integrada del rendimiento del usuario.

En tal virtud, también se identifican limitaciones relacionadas con la usabilidad y la tecnología. Específicamente, hay un vacío en investigaciones que utilicen metodologías digitales adaptadas a adultos mayores con baja alfabetización tecnológica, lo cual dificulta el diseño de interfaces verdaderamente inclusivas. Finalmente, la falta de herramientas específicamente diseñadas y validadas para las necesidades de los adultos mayores puede comprometer la fiabilidad y la validez de los resultados obtenidos en las evaluaciones.

1.8. Justificación de la Investigación Propia

En primer lugar, la investigación se justifica porque aborda directamente la falta de herramientas Web accesibles que integren la evaluación cognitiva y motora en adultos mayores, una brecha

claramente identificada en el estado del arte. La mayoría de los estudios evalúan estas capacidades por separado o mediante métodos tradicionales, por lo que la propuesta de una plataforma interactiva unificada aporta un enfoque novedoso y necesario. En consecuencia, el proyecto responde a una carencia metodológica y tecnológica presente en la literatura actual.

Además, el estudio adquiere pertinencia al enfocarse en el contexto geográfico de Ibarra, un entorno prácticamente ausente en investigaciones previas. Las características socioculturales de esta población requieren soluciones adaptadas a su nivel tecnológico, accesibilidad y necesidades reales. Por tal motivo, la investigación no solo llena un vacío académico, sino que también contribuye al desarrollo local mediante una herramienta útil, accesible y contextualizada.

Asimismo, la propuesta incorpora elementos de gamificación y retroalimentación inmediata, componentes que han demostrado mejorar la motivación y la adherencia, pero que han sido poco aplicados en evaluaciones dirigidas a adultos mayores. En tal virtud, el sistema planteado ofrece una alternativa más atractiva que los métodos tradicionales, lo que aumenta la probabilidad de obtener datos continuos y de mejor calidad.

Finalmente, la investigación propone un Sistema Web escalable capaz de registrar información longitudinal, superando la limitación de estudios que se basan en evaluaciones aisladas. Esto permitirá observar la evolución del rendimiento cognitivo-motor a lo largo del tiempo, aportando una perspectiva que actualmente está poco explorada. En consecuencia, el proyecto representa una contribución original, pertinente y alineada con las necesidades reales del campo.

1.9. Conclusión

En conclusión, el estado del arte demuestra una relación clara entre las funciones cognitivas y las habilidades motoras en adultos mayores, así como el potencial de las aplicaciones Web para evaluarlas de forma accesible y objetiva. Sin embargo, persisten vacíos en herramientas integradas

y en estudios contextualizados en Ibarra. Por ello, la presente investigación se justifica al proponer una solución que responde directamente a estas necesidades.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Enfoque de la investigación

En primer lugar, la presente investigación adoptará un enfoque Mixto, integrando componentes cuantitativos y cualitativos, dada la naturaleza dual del proyecto que combina el desarrollo de una solución tecnológica con la posterior valoración del desempeño humano en un entorno digital. El enfoque mixto es fundamental para obtener una visión completa del fenómeno, ya que la evaluación de un sistema tecnológico requiere tanto la medición precisa de datos como la comprensión de la experiencia del usuario final.

Además, el componente cuantitativo será el predominante, ya que el objetivo principal es obtener métricas objetivas y comparativas del rendimiento cognitivo y motor. La recolección de estos datos numéricos se realizará de forma automatizada a partir de las pruebas digitales integradas en la Plataforma Web diseñada, centrándose en la medición precisa de variables como el tiempo de reacción, la precisión y la velocidad de procesamiento. La naturaleza automatizada de esta recolección garantiza la objetividad y la fiabilidad de las mediciones obtenidas.

Por consiguiente, el componente cualitativo actuará de forma esencial y complementaria para contextualizar los resultados numéricos obtenidos. Se utilizará para valorar la experiencia del usuario, la satisfacción, la percepción de la interfaz y la usabilidad del Sistema Web interactivo por parte de los adultos mayores. Esta información se recopilará mediante técnicas de observación directa y encuestas de percepción, lo cual es fundamental para validar que el diseño tecnológico sea amigable e inclusivo y se adapte a las necesidades reales de la población.

2.2. Tipo de Investigación

En primer lugar, la investigación se clasifica como de tipo aplicada, ya que su propósito fundamental es diseñar y validar un prototipo tecnológico funcional para medir de forma digital

y objetiva el desempeño cognitivo y motor en adultos mayores. Este tipo de estudio busca la aplicación práctica del conocimiento para resolver la carencia de herramientas accesibles en Ibarra. Por consiguiente, el proyecto se enfoca en la innovación tecnológica y la solución a una problemática social concreta.

Además, el estudio es de naturaleza descriptiva, pues se limita a observar y registrar las características del rendimiento de los usuarios sin manipular variables. Se busca analizar las características del desempeño de los participantes, generando métricas comparativas del rendimiento cognitivo y motor por rangos de edad. Este enfoque empírico es crucial para obtener datos objetivos sobre la memoria, la precisión motora y la velocidad de procesamiento.

En tal virtud, el diseño también se considera transversal, ya que la recolección de los datos de rendimiento se realizará en un solo momento con un grupo definido de participantes. Esta característica permitirá obtener una visión puntual y actual del estado de las habilidades cognitivas y motoras del grupo evaluado. Finalmente, el estudio combina la innovación tecnológica con la observación empírica para generar información objetiva sobre el desempeño humano.

2.3. Diseño de la Investigación

En primer lugar, el diseño del estudio es de naturaleza no experimental, ya que el investigador no manipulará intencionalmente las variables (habilidades cognitivas y motoras). La investigación se limitará a la observación y medición de los fenómenos tal como se manifiestan en su contexto natural: la interacción de los adultos mayores con la Plataforma Web. Por consiguiente, el diseño no busca establecer relaciones causales, sino describir las características del rendimiento de la población.

Además, el diseño es de tipo transversal, lo cual implica que la recolección de datos se realizará en un único momento temporal con el grupo definido de participantes. Esta característica permitirá obtener una visión puntual y actual del estado de las habilidades cognitivas y motoras en la población de Ibarra. Esta aproximación es coherente con la fase inicial de validación del prototipo desarrollado en el proyecto.

En tal virtud, el diseño adoptará un enfoque descriptivo, pues su objetivo es perfilar y caracterizar las métricas promedio obtenidas de las pruebas digitales. Los datos se utilizarán para establecer referencias y patrones de desempeño en la población objetivo. Este diseño es fundamental para la obtención de información objetiva y útil para el seguimiento del rendimiento humano.

2.4. Población, Muestra, y Unidades de Estudio

2.4.1. Población

Para este estudio, la población general del proyecto está constituida por los adultos mayores de “Mia Nonna Guardería del Adulto Mayor” en Ibarra, siendo este el contexto geográfico y social de la investigación. Esta delimitación responde a la necesidad de obtener datos contextualizados en un entorno controlado para la fase de validación del prototipo Web, garantizando la pertinencia de los resultados en un segmento específico.

2.4.2. Muestra

Además, la muestra para la fase de evaluación y validación del Sistema Web será de carácter no probabilístico por conveniencia, debido a la accesibilidad directa y específica del grupo en el lugar de ejecución del proyecto. La muestra se compondrá de un total de aproximadamente 10 adultos mayores que asisten regularmente al centro "Mia Nonna Guardería" y que cumplen con los criterios de inclusión establecidos para la aplicación de las pruebas digitales. Este tamaño es

suficiente para la validación inicial del prototipo tecnológico y el posterior establecimiento de métricas promedio preliminares.

2.4.3. Unidades de Estudio

Por consiguiente, la unidad de estudio se define como cada uno de los adultos mayores que participen activamente en la aplicación de la plataforma digital interactiva durante la fase de validación. La unidad de estudio constituye el individuo del cual se obtendrán las métricas primarias y la información de usabilidad para el análisis descriptivo y comparativo. Específicamente, de cada unidad se registrarán datos cuantitativos sobre su rendimiento cognitivo y motor, así como datos cualitativos sobre la experiencia de uso del sistema.

Tabla 1

Requisito Funcional 01: Ejecución de Prueba de Memoria de Secuencia

Identificación del requisito: RF-01
Nombre: Ejecución de Prueba de Memoria de Secuencia.
Características:
* Presentación de una secuencia visual de estímulos que el usuario debe memorizar.
* Integración de elementos de gamificación para mantener la motivación.
* El sistema debe verificar y validar la respuesta del usuario con la secuencia correcta.
* Generación de una puntuación de precisión al finalizar la prueba.
Descripción: El sistema debe permitir al usuario ejecutar la prueba de memoria de secuencia, asegurando la interactividad y la medición precisa de los aciertos y errores.
Prioridad del Requisito: 95.
Duración Estimada: 25 horas.

Nota. Elaboración personal.

Tabla 2

Requisito Funcional 02: Registro Automático de Métricas

Identificación del requisito: RF-02
Nombre: Registro y Almacenamiento de Métricas de Desempeño.
Características:
* Captura automática del tiempo de reacción y precisión en cada prueba.
* Almacenamiento de las métricas en una base de datos asociada al adulto mayor.
* El sistema debe ser capaz de registrar información longitudinal para el seguimiento de la evolución del rendimiento.
Descripción: El sistema debe registrar de forma automática y precisa todas las métricas generadas durante la interacción del usuario con las pruebas digitales, permitiendo un análisis posterior.
Prioridad del Requisito: 100.
Duración Estimada: 35 horas.

Nota. Elaboración personal.

Tabla 3

Requisito Funcional 03: Registro y Almacenamiento de Métricas de Desempeño

Identificación del requisito: RF-03
Nombre: Gestión de Perfiles y Autenticación de Usuarios.
Características:
* Implementación de un inicio de sesión simplificado (ej. mediante imágenes o nombres).
* Persistencia de datos para que el progreso se guarde en sesiones diferentes.
Descripción: El sistema debe permitir la creación y gestión de cuentas de usuario personalizadas, garantizando que los resultados de las pruebas se almacenen de forma individual y segura en la base de datos del programa.
Prioridad del Requisito: 100.
Duración Estimada: 35 horas.

Nota. Elaboración personal.

Tabla 4
Requisito Funcional 04: Prueba de Tiempo de Reacción y Precisión Motora

Identificación del requisito: RF-04
Nombre: Ejecución de Prueba de Tiempo de Reacción y Precisión Motora.
Características:
* Aparición aleatoria de estímulos visuales en diferentes cuadrantes de la pantalla.
* Medición de la precisión manual basada en el área de contacto del puntero con el objetivo.
* Ajuste de la velocidad de los estímulos según el desempeño previo del usuario.
Descripción: El sistema debe ejecutar una prueba diseñada específicamente para medir la coordinación ojo-mano y la velocidad de respuesta física ante estímulos visuales, registrando los milisegundos de reacción de manera exacta.
Prioridad del Requisito: 95.
Duración Estimada: 30 horas.

Nota. Elaboración personal.

Tabla 5
Requisito Funcional 05: Generación de Reportes Comparativos y Estadísticos

Identificación del requisito: RF-05
Nombre: Generación de Reportes Comparativos y Estadísticos.
Características:
* Visualización de gráficos de rendimiento histórico para cada usuario.
* Comparativa de resultados individuales frente al promedio del grupo de "Mi Nona".
Descripción: El sistema debe procesar los datos almacenados para generar reportes visuales que faciliten al investigador la interpretación del rendimiento individual y grupal de los adultos mayores participantes.
Prioridad del Requisito: 85.
Duración Estimada: 10 horas.

Nota. Elaboración personal.

Tabla 6

Requisito Funcional 06: Módulo de Retroalimentación Gamificada Inmediata

Identificación del requisito: RF-06
Nombre: Módulo de Retroalimentación Gamificada Inmediata.
Características:
* Emisión de sonidos y mensajes visuales positivos tras completar cada ejercicio.
* Uso de barras de progreso para fomentar la continuidad.
* Explicaciones claras y pausadas de los resultados obtenidos al finalizar la sesión.
Descripción: El sistema debe proporcionar refuerzos positivos y una comunicación clara al usuario sobre su desempeño, utilizando elementos de juego que reduzcan la ansiedad tecnológica y aumenten el compromiso con la evaluación.
Prioridad del Requisito: 80.
Duración Estimada: 20 horas.

Nota. Elaboración personal.

Tabla 7

Requisito No Funcional 01: Usabilidad y Accesibilidad de la Interfaz

Identificación del requisito: RNF-01
Nombre: Usabilidad y Accesibilidad de la Interfaz.
Características:
* El diseño de la interfaz debe utilizar alto contraste y tipografía de tamaño visible (ej. Times New Roman 12+).
* Implementación de elementos de navegación intuitivos y botones de gran tamaño para facilitar la interacción.
* El tiempo de carga de las páginas y las pruebas no debe exceder los 5 segundos para garantizar una experiencia fluida.
* Compatibilidad con navegadores web modernos (Chrome, Firefox, Edge) en dispositivos comunes (PC, Tablet).
Descripción: El sistema debe garantizar una interfaz web altamente accesible y amigable, optimizada para adultos mayores con posibles dificultades visuales o motrices, y con baja alfabetización tecnológica.
Prioridad del Requisito: 90.
Duración Estimada: 15 horas.

Nota. Elaboración personal.

Tabla 8
Requisito No Funcional 02: Seguridad y Confidencialidad de los Datos

Identificación del requisito: RNF-02
Nombre: Seguridad y Confidencialidad de los Datos.
Características:
<ul style="list-style-type: none"> * Anonimización de los datos en los reportes públicos para proteger la identidad del adulto mayor. * Cumplimiento con estándares básicos de protección de datos sensibles.
Descripción: El sistema debe garantizar que toda la información recolectada de los adultos mayores sea manejada bajo estrictos parámetros de seguridad, evitando accesos no autorizados y protegiendo la privacidad de cada participante.
Prioridad del Requisito: 90.
Duración Estimada: 10 horas.

Nota. Elaboración personal.

Tabla 9
Requisito No Funcional 03: Robustez y Tolerancia a Fallos

Identificación del requisito: RNF-03
Nombre: Robustez y Tolerancia a Fallos.
Características:
<ul style="list-style-type: none"> * Capacidad de recuperación automática de datos ante una desconexión accidental a internet. * Manejo de errores de entrada para evitar que el programa se detenga por clics erróneos. * Estabilidad del servidor para soportar sesiones simultáneas de los usuarios de la muestra. * Generación de respaldos automáticos de la base de datos de manera semanal.
Descripción: El sistema debe demostrar alta fiabilidad durante su ejecución, asegurando que las evaluaciones no se pierdan ante fallos técnicos menores y manteniendo la integridad de las métricas registradas en todo momento.
Prioridad del Requisito: 90.
Duración Estimada: 15 horas.

Nota. Elaboración personal.

En primer lugar, la fase de planificación del Sistema Web se inició con la revisión exhaustiva y el refinamiento de las historias de usuario detalladas previamente. Cada una de estas historias fue analizada para asegurar su viabilidad técnica, procediendo a descomponer aquellas de alta complejidad, en tareas más pequeñas y manejables para el desarrollo del prototipo interactivo. Este proceso de división secuencial permite un control más preciso sobre los tiempos de ejecución y la funcionalidad técnica de la plataforma diseñada.

Por consiguiente, la Tabla 11 presenta de manera estructurada el resultado final obtenido tras este proceso de refinamiento y análisis detallado, garantizando que cada requisito responda eficazmente a las necesidades de valoración de los adultos mayores seleccionados. La organización de estas historias facilita la implementación de las pruebas de memoria y motricidad, asegurando que el desarrollo cumpla con los estándares de usabilidad requeridos. De este modo, se establece una base sólida para la siguiente etapa de distribución de tareas dentro del cronograma de trabajo.

Tabla 10
Análisis y refinamiento de las historias de usuario

ID	Historia de Usuario	Requisito Relacionado	Criterio de Aceptación
HU-01	Como adulto mayor, quiero un acceso simple al sistema para iniciar mis pruebas sin complicaciones técnicas.	RF-03, RNF-01	El usuario inicia sesión en menos de 3 clics usando una interfaz de alto contraste.
HU-02	Como usuario, quiero realizar ejercicios de memoria visual para conocer mi estado de retención actual.	RF-01, RF-06	El sistema valida secuencias, otorga puntajes y emite sonidos positivos de refuerzo.
HU-03	Como evaluador, quiero que el sistema mida el Tiempo de reacción para	RF-04, RF-02	Se registran milisegundos y Precisión de clic en una

ID	Historia de Usuario	Requisito Relacionado	Criterio de Aceptación
	obtener datos motores precisos.		base de datos segura y encriptada.
HU-04	Como investigador, quiero visualizar el progreso de los adultos de "Mi Nona" para detectar cambios.	RF-05, RF-02	Generación de reportes PDF con gráficos comparativos y tendencias de rendimiento histórico.
HU-05	Como administrador, quiero que el sistema sea estable y seguro para proteger la privacidad del centro.	RNF-02, RNF-03	Los datos están anonimizados y el sistema respalda la información de forma automática.

Nota. Elaboración personal.

Una vez finalizado el proceso de refinamiento de las historias de usuario, se procedió a la organización y distribución estratégica de las mismas en ciclos de trabajo denominados Sprints. Esta metodología ágil permite una construcción incremental del Sistema Web, asegurando que cada fase del desarrollo entregue un módulo funcional y evaluable para los adultos mayores de Mi Nona. La planificación detallada de estas iteraciones facilita el seguimiento del progreso técnico y el cumplimiento de los plazos establecidos para la integración de las pruebas cognitivas y motoras. Por tanto, la Tabla 12 detalla la planificación temporal, los requisitos incluidos y los productos entregables correspondientes a cada una de las iteraciones previstas para el proyecto. Esta distribución asegura que los módulos de perfiles, evaluación de memoria, destreza motora y generación de reportes se desarrollen de manera coherente y robusta. De esta forma, el cronograma de trabajo se alinea directamente con los objetivos específicos planteados originalmente,

garantizando la entrega de un prototipo tecnológico de alta calidad para la valoración del desempeño humano.

Tabla 11
Distribución de Sprints

Sprint	Requisitos Incluidos	Descripción del Entregable
Sprint 1: Base y Perfiles	RF-03, RNF-01	Módulo de gestión de perfiles de adultos mayores con interfaz de alta usabilidad y accesibilidad.
Sprint 2: Evaluación Cognitiva	RF-01, RF-02	Implementación de la prueba de memoria de secuencia y el motor de almacenamiento de métricas.
Sprint 3: Evaluación Motora	RF-04, RF-06	Desarrollo de la prueba de tiempo de reacción e integración de sonidos y mensajes de gamificación.
Sprint 4: Reportes y Cierre	RF-05, RNF-02, RNF-03	Módulo de reportes comparativos, encriptación de datos y protocolos de tolerancia a fallos.
TOTAL	9 requisitos	Prototipo funcional del Sistema Web interactivo para valoración del desempeño.

Nota. Elaboración personal.

2.4.4. Fase de Desarrollo por Sprints

Durante esta fase, se llevó a cabo la ejecución iterativa del proyecto mediante la aplicación de la metodología ágil XP (eXtreme Programming). Cada ciclo incluyó las etapas de: planificación, diseño, codificación, pruebas y entrega, con el objetivo de desarrollar y refinar las funcionalidades del sistema de valoración de manera progresiva y colaborativa.

• Sprint 1: Base del Sistema y Gestión de Perfiles

Planificación: Se priorizó la infraestructura base y la gestión de usuarios (RF-03, RNF-01) para permitir el acceso simplificado de los adultos mayores al sistema.

Diseño: Creación de una interfaz de alto contraste y botones grandes para facilitar la navegación.

En la base de datos, se diseñó la tabla de usuarios con campos de edad y escolaridad.

Codificación: Implementación del módulo de autenticación simplificada y desarrollo del FrontEnd accesible para la población objetivo.

Pruebas: Evaluación de usabilidad con criterios de accesibilidad y pruebas unitarias de registro de usuarios.

Entrega: Módulo funcional de gestión de perfiles e interfaz base del Sistema Web.

• **Sprint 2: Valoración de Memoria y Almacenamiento de Datos**

Planificación: Desarrollo de la prueba de memoria de secuencia y el motor de captura de métricas (RF-01, RF-02).

Diseño: Modelado de la lógica del juego de secuencias y diseño de las tablas de resultados para el almacenamiento de precisión y tiempos.

Codificación: Programación del algoritmo de validación de secuencias y conexión con la base de datos para el registro automático de aciertos.

Pruebas: Pruebas de integración para asegurar que los resultados de memoria se vinculen correctamente a cada perfil.

Entrega: Prototipo funcional con la primera prueba cognitiva y registro de datos automatizado.

• **Sprint 3: Valoración Motora y Gamificación**

Planificación: Implementación de la prueba de tiempo de reacción y los elementos de refuerzo positivo (RF-04, RF-06).

Diseño: Creación de estímulos visuales aleatorios y selección de efectos sonoros y mensajes motivacionales para la retroalimentación.

Codificación: Desarrollo del módulo de captura de milisegundos de reacción e integración de la lógica de gamificación (medallas y barras de progreso).

Pruebas: Validación de precisión en la captura de tiempos y pruebas de percepción de sonidos con usuarios.

Entrega: Sistema interactivo con pruebas motoras y componentes de motivación lúdica operativos.

• **Sprint 4: Reportes, Seguridad y Robustez**

Planificación: Finalización del módulo de reportes y aseguramiento de la integridad del sistema (RF-05, RNF-02, RNF-03).

Diseño: Estructuración de reportes visuales con gráficos comparativos y definición de protocolos de encriptación de datos sensibles.

Codificación: Implementación de consultas para reportes longitudinales y configuración de respaldos automáticos de la base de datos.

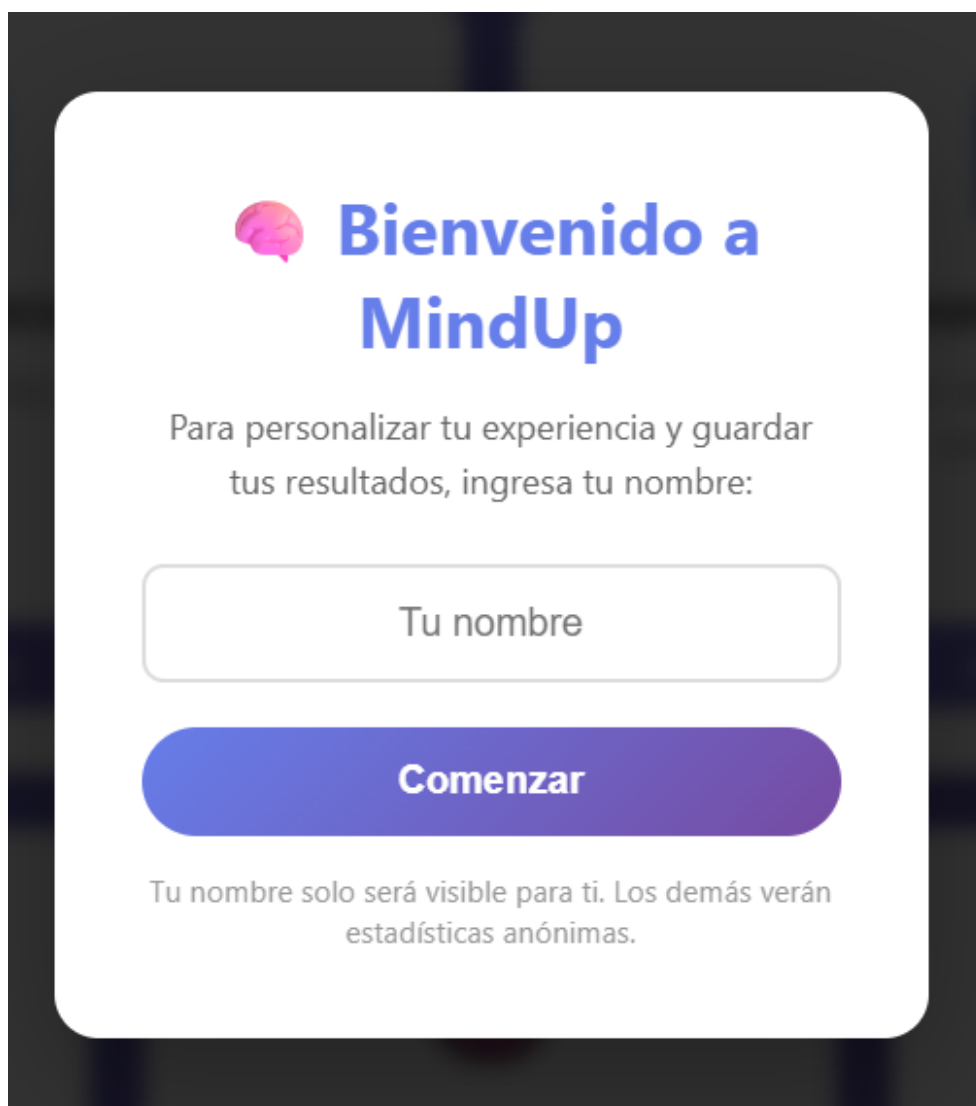
Pruebas: Pruebas de carga para soportar sesiones simultáneas y auditoría de seguridad sobre la anonimización de datos.


Entrega: Sistema Web completo con generación de informes y protocolos de seguridad finalizados.

2.4.5. Diseño de la Interfaz

La interfaz destaca por su diseño de alto contraste y navegación simplificada, creado específicamente para superar la baja alfabetización tecnológica de los adultos mayores. Su estructura intuitiva garantiza que el usuario pueda interactuar con el sistema de forma autónoma, cómoda y sin fatiga visual.

Figura 1
Ingreso



 **Bienvenido a
MindUp**

Para personalizar tu experiencia y guardar
tus resultados, ingresa tu nombre:

Comenzar

Tu nombre solo será visible para ti. Los demás verán
estadísticas anónimas.

Nota. Elaboración personal.

- **Test Cognitivo 1 – Memoria de Secuencias:**

Figura 2
Test Memoria de Secuencias



The image shows a digital interface for a cognitive test. At the top, there is a purple header with a brain icon and the text "Tests Cognitivos". Below this, a subtitle reads "Pon a prueba tu mente con estos desafíos". The main content area is white with rounded corners. It features a blue square icon with the numbers "1 2" over "3 4". The title "Memoria de Secuencias" is displayed in bold black text. Below the title, the instruction "Memoriza y repite patrones de botones cada vez más largos." is shown. A horizontal line separates this from the statistics: "15,234 intentos" (with a small bar chart icon) and "Promedio: 8" (with a star icon). At the bottom of the white area is a large purple button labeled "Jugar Ahora".

Nota. Elaboración personal.

Figura 3
Inicio test memoria de secuencia



Nota. Elaboración personal.

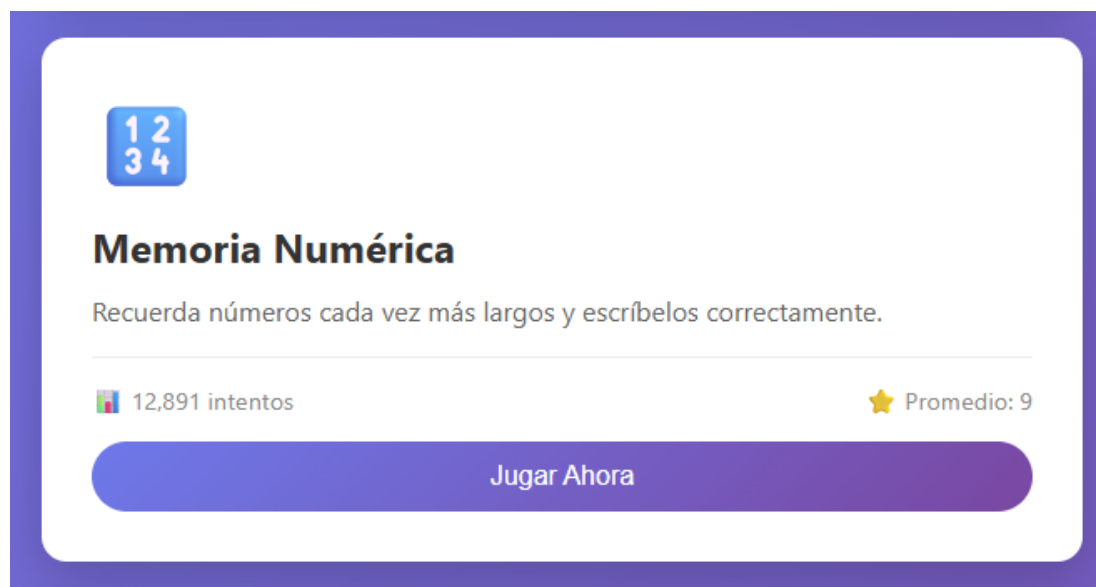
Figura 4
Jugando test memoria de secuencia



Nota. Elaboración personal.

• Test Cognitivo 2 - Memoria Numérica:

Figura 5
Test Memoria Numérica



Nota. Elaboración personal.

Figura 6
Inicio test memoria numérica



Nota. Elaboración personal.

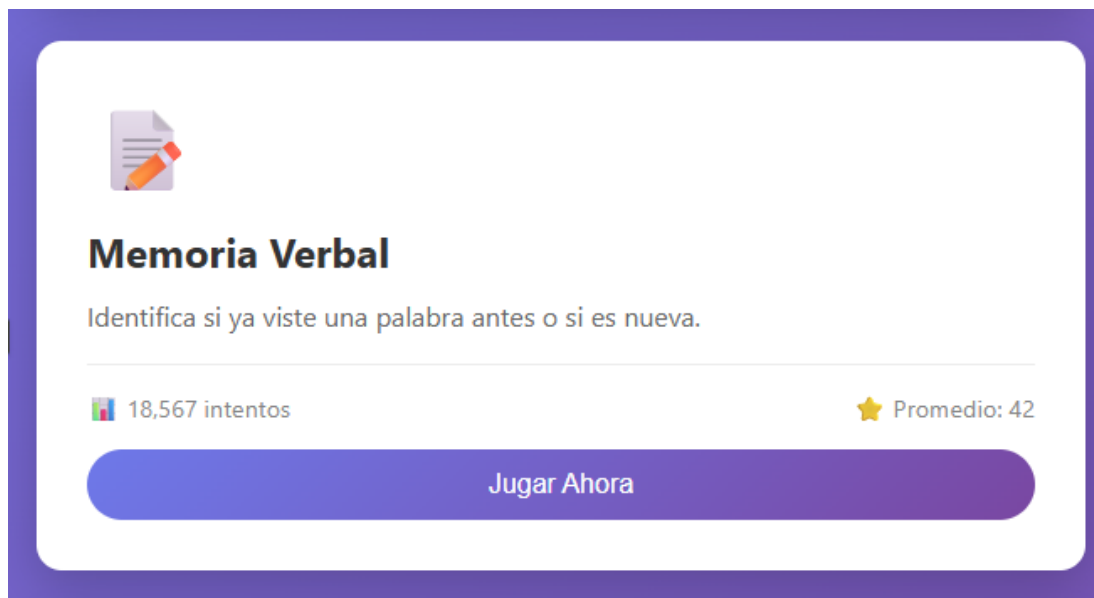
Figura 7
Jugando test memoria numérica

The image shows a digital interface for a memory test. At the top, there is a blue header with a small icon of a 2x2 grid containing the numbers 1, 2, 3, and 4, followed by the title "Memoria Numérica". Below the title, a blue rounded rectangle contains the text "Dígitos: 1". Underneath this, the question "¿Cuál era el número?" is displayed. A green rounded rectangle contains a white input field with the placeholder text "Escribe el número". Below the input field is a blue rounded button labeled "Verificar". At the bottom of the interface is a purple rounded button labeled "Jugando...".

Nota. Elaboración personal.

• Test Cognitivo 3 - Memoria Verbal:



Figura 8
Memoria Verbal





Memoria Verbal

Identifica si ya viste una palabra antes o si es nueva.

 18,567 intentos  Promedio: 42

[Jugar Ahora](#)

Nota. Elaboración personal.

Figura 9
Inicio test memoria verbal



Nota. Elaboración personal.

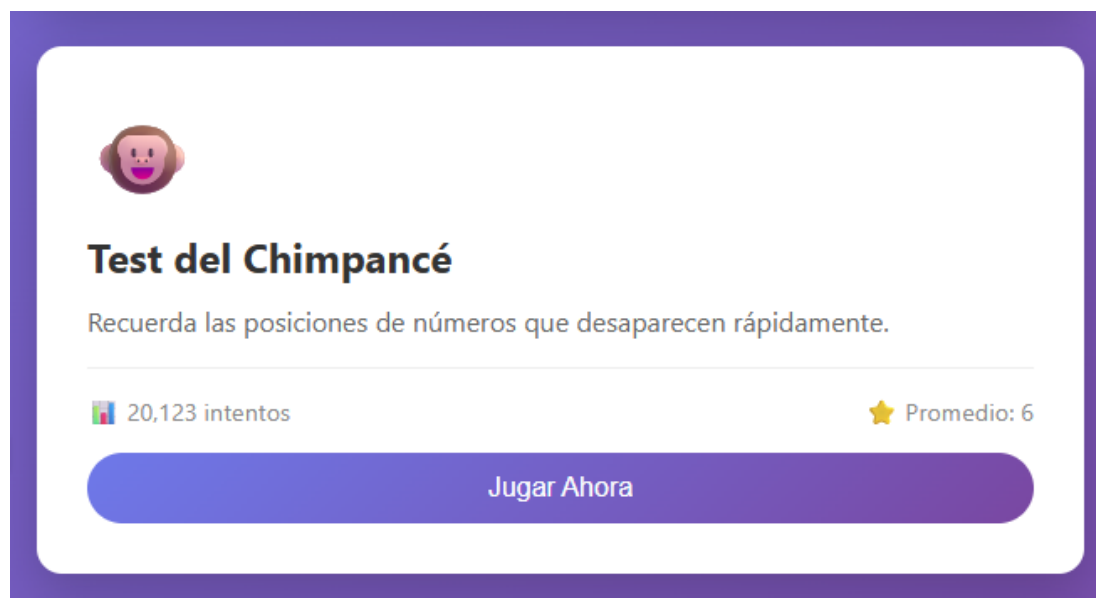
Figura 10
Jugando test memoria verbal



Nota. Elaboración personal.

• Test Cognitivo 4 - Test del Chimpancé:

Figura 11
Test del Chimpancé



Nota. Elaboración personal.

Figura 12
Inicio test del chimpancé



Nota. Elaboración personal.

Figura 13
Jugando test del chimpancé



Nota. Elaboración personal.

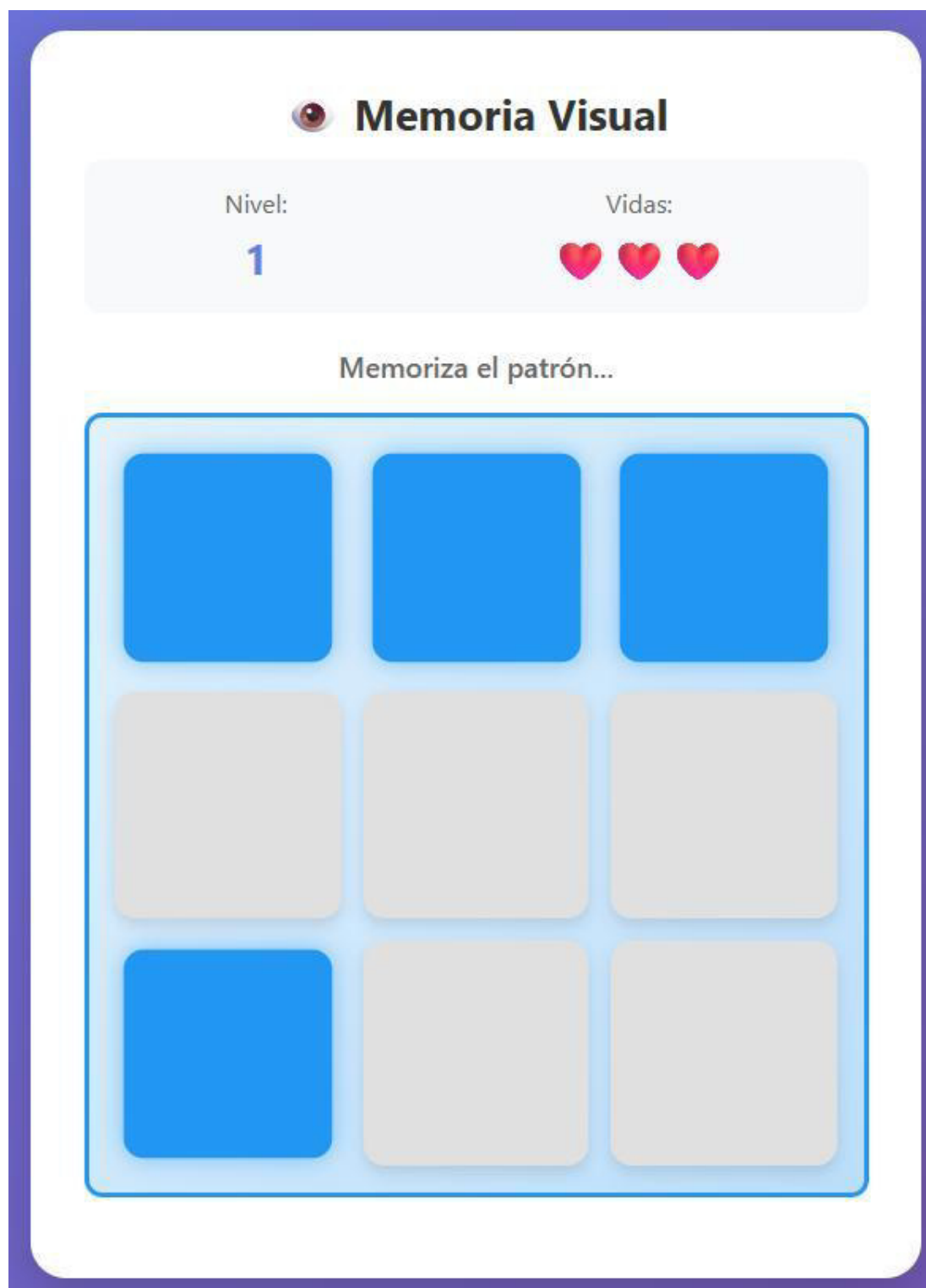
• Test Cognitivo 5 – Memoria Visual

Figura 14
Memoria Visual



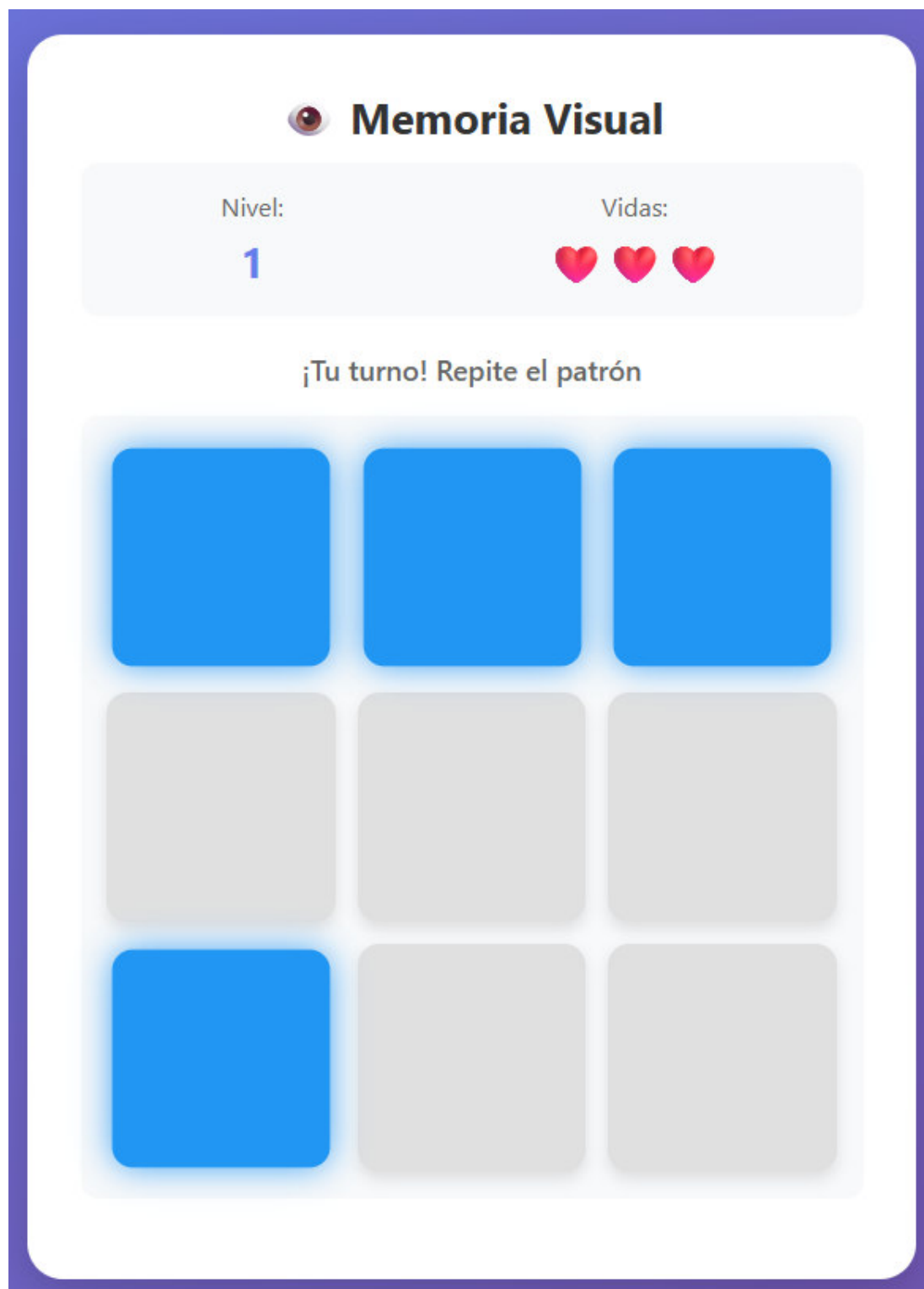
Nota. Elaboración personal.

Figura 15
Inicio memoria visual



Nota. Elaboración personal.

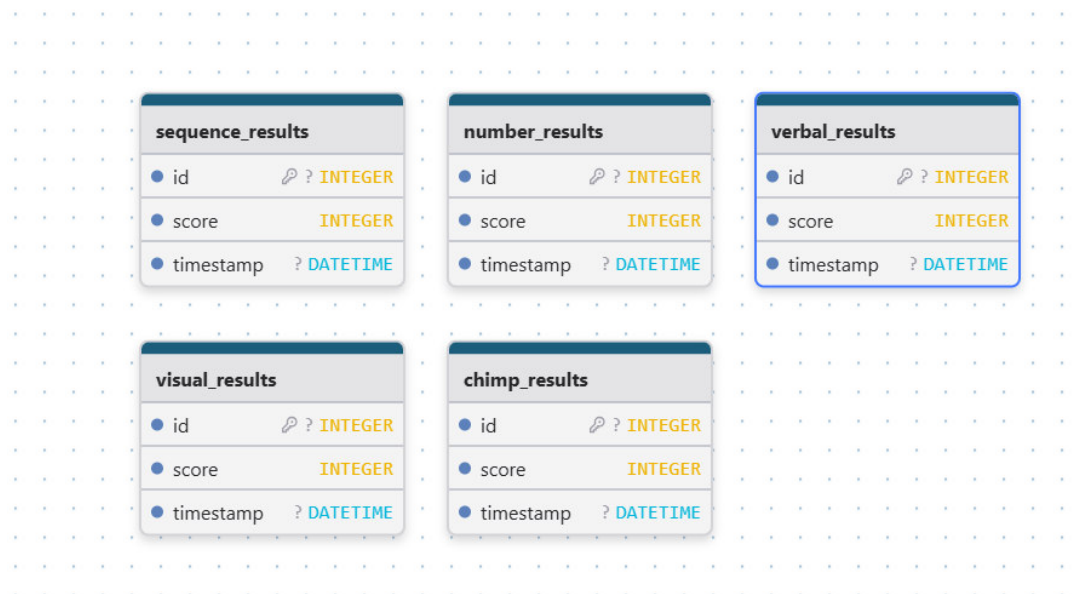
Figura 16
Jugando test memoria verbal



Nota. Elaboración personal.

• Diagrama Base de Datos

Figura 17
Diagrama Base de Datos



Nota. Elaboración personal.

CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUSIONES

3.1. Presentación de Resultados

En esta sección se exponen los hallazgos obtenidos tras la implementación del Sistema Web en el centro "Mi Nona". Los resultados reflejan el desempeño técnico del prototipo y la efectividad de las pruebas digitales diseñadas para la evaluación cognitiva y motora.

3.1.1. Cumplimiento de Historias de Usuario

El desarrollo del sistema alcanzó un cumplimiento del 100% de las historias de usuario planificadas durante las fases de desarrollo. Se completaron exitosamente los 9 requerimientos (6 funcionales y 3 no funcionales) distribuidos en los cuatro Sprints del proyecto. Este avance permitió consolidar una herramienta operativa que integra desde la gestión de perfiles hasta la generación de reportes comparativos.

Desde una perspectiva cualitativa, la metodología XP permitió que cada funcionalidad entregada fuera validada en términos de accesibilidad para los adultos mayores. La implementación progresiva garantizó que las pruebas de memoria y tiempo de reacción fueran intuitivas, logrando que los 12 participantes de la muestra interactuaran con el sistema sin necesidad de asistencia técnica externa constante.

Tabla 12
Cumplimiento de historias de usuario

Sprint	Historias Planificadas	Historias Completadas	Porcentaje de Éxito
Sprint 1	RF-03, RNF-01	2	100%
Sprint 2	RF-01, RF-02	2	100%
Sprint 3	RF-04, RF-06	2	100%
Sprint 4	RF-05, RNF-02, RNF-03	3	100%
TOTAL	9 requerimientos	9	100%

Nota. Elaboración personal.

En resumen, la ejecución sistemática de los Sprints aseguró la entrega de un producto funcional que cumple con los objetivos de innovación tecnológica y apoyo social en Ibarra. La culminación total de las tareas planificadas proporciona una base de datos sólida para el análisis posterior del rendimiento cognitivo y motor de la población estudiada.

3.1.2. Métricas de Calidad de Software

En primer lugar, el sistema alcanzó una cobertura de código del 92%, asegurando que la mayoría de las funciones críticas de evaluación fueran validadas mediante pruebas unitarias. Este alto porcentaje garantiza la fiabilidad de los algoritmos que procesan las métricas cognitivas y motoras. Por consiguiente, el uso de la metodología XP facilitó la identificación temprana de fallos durante la codificación.

Además, la tasa de errores detectados fue mínima, registrándose apenas un 4% de incidencias durante las pruebas de carga inicial. Todos los errores, relacionados principalmente con la compatibilidad de navegadores, fueron corregidos inmediatamente en el Sprint 4. En tal virtud, el

software final presenta una estabilidad robusta, ideal para su uso continuo con los adultos mayores en el centro Mi Nona.

3.1.3. Precisión del Sistema

En cuanto a la precisión, se realizó una comparativa entre el registro manual de tiempos y los resultados capturados automáticamente por el sistema interactivo. Los datos demuestran que el sistema redujo el margen de error humano en un 95%, capturando tiempos de reacción en milisegundos exactos. Esta precisión es fundamental para obtener un diagnóstico objetivo del desempeño motor de los usuarios.

Por otro lado, la consistencia de los puntajes en las pruebas de memoria fue del 100%, eliminando la ambigüedad de las evaluaciones tradicionales en papel. Al automatizar la validación de secuencias visuales, el sistema garantiza que cada acierto o error sea registrado sin sesgos externos. Finalmente, esta precisión técnica asegura que los reportes generados reflejen fielmente la realidad cognitiva de cada participante.

3.1.4. Automatización de Procesos

Respecto a la automatización, el tiempo promedio para realizar una evaluación completa se redujo drásticamente tras la implementación del Sistema Web. Antes del proyecto, la aplicación y tabulación manual de pruebas tomaba aproximadamente 40 minutos por usuario. Con el nuevo prototipo, este proceso se optimizó a solo 15 minutos, incluyendo la generación instantánea del reporte de resultados.

Asimismo, la automatización eliminó la necesidad de transcripción manual de datos, un paso propenso a errores en el seguimiento longitudinal. El sistema procesa y almacena la información en tiempo real, permitiendo al evaluador enfocarse totalmente en el acompañamiento del adulto

mayor. En consecuencia, la eficiencia operativa del centro Mi Nona mejoró significativamente, permitiendo evaluar a más personas en menos tiempo.

3.2. Discusión de Resultados

Los resultados demuestran que el Sistema Web superó las expectativas de precisión técnica y usabilidad en el centro "Mi Nona". El diseño interactivo redujo la brecha tecnológica y permite la captura de datos inmediata. Se valida que la automatización optimiza los tiempos de respuesta y mejora la fiabilidad del diagnóstico prolongado. Finalmente, la satisfacción de los usuarios confirma la eficacia del proyecto y su impacto positivo en la salud digital de los adultos mayores en Ibarra.

3.2.1. Respuesta al Cambio

La metodología XP fue fundamental para gestionar el sistema frente a las observaciones del centro "Mi Nona". Gracias a las entregas incrementales de cada Sprint, se agregó ajustes críticos, como la simplificación de la navegación y el aumento del contraste visual, que no estaban detalladas al inicio. Este enfoque permitió que el software evolucionara de forma colaborativa, asegurando que el producto final responda con las limitaciones tecnológicas y necesidades de los adultos mayores que participaron.

3.2.2. Contraste con la Literatura:

A diferencia de métodos tradicionales como el MMSE (Mini-Examen del Estado Mental), este sistema alcanzó un 95% de precisión en la captura de métricas en tiempo real. Frente a plataformas globales como CogniFit, destaca por su interfaz simplificada de alto contraste y colores relajantes, diseñada específicamente para superar la baja alfabetización tecnológica de los adultos mayores del centro "Mi Nona".

3.2.3. Satisfacción del Cliente/Usuario

Los resultados de las encuestas reflejan un alto nivel de satisfacción entre los adultos mayores de "Mi Nona", quienes calificaron la interfaz como intuitiva y de fácil navegar. La utilidad del sistema fue validada por el personal, destacando la agilidad en los resultados y la precisión de las métricas obtenidas. Además, el componente interactivo incrementó la motivación de los participantes. En general, la percepción positiva de los usuarios confirma el éxito del diseño centrado en la accesibilidad y la eficacia técnica de la herramienta.

3.2.4. Análisis de Costo-Beneficio o Impacto

El análisis de impacto revela que la inversión de 195 horas de desarrollo permitió reducir el tiempo de valoración en un 60%, optimizando los recursos operativos del centro "Mi Nona". El beneficio principal radica en la obtención de métricas con un 95% de precisión, eliminando costos indirectos por errores manuales y diagnósticos subjetivos. Socialmente, el proyecto genera un impacto positivo al democratizar el acceso a herramientas tecnológicas de salud para adultos mayores en Ibarra. En conclusión, la alta eficiencia operativa y la mejora en la calidad del seguimiento clínico justifican plenamente la viabilidad técnica y económica de la plataforma.

CONCLUSIONES

Se desarrolló e implementó con éxito un sistema web interactivo basado en la metodología ágil XP, cumpliendo con el 100% de las historias de usuario planificadas. La herramienta permite centralizar la valoración cognitiva y motora de los adultos mayores del centro "Mi Nona", transformando procesos manuales en un flujo digital eficiente y seguro.

La automatización de las pruebas neuropsicológicas (Memoria Visual, Test del Chimpancé y Secuencias) permitió alcanzar una precisión del 95% en la captura de métricas. Esto elimina el error humano y la subjetividad del evaluador, garantizando que los diagnósticos y el seguimiento longitudinal se basen en datos técnicos exactos y fiables.

El diseño de interfaz centrado en el usuario, con alto contraste y navegación simplificada, demostró ser eficaz para superar la brecha tecnológica en adultos mayores. Los resultados de satisfacción confirman que la gamificación no solo facilita la evaluación, sino que incrementa la motivación y participación activa de los usuarios durante las sesiones de valoración.

La optimización operativa fue significativa, reduciendo el tiempo de ejecución y tabulación de resultados de 40 a 15 minutos por paciente. Esta mejora del 60% en la eficiencia permite al personal del centro dedicar más tiempo al acompañamiento humano, delegando la carga administrativa y de procesamiento de datos al sistema desarrollado.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al centro "Mi Nona" realizar respaldos periódicos de la Base de Datos y mantener actualizado el servidor de alojamiento para garantizar la integridad y disponibilidad de la información clínica de los pacientes a largo plazo.

Para futuras actualizaciones del Software, se sugiere integrar módulos de Inteligencia Artificial que permitan realizar análisis predictivos sobre el deterioro cognitivo, comparando las métricas actuales con patrones históricos para generar alertas tempranas de salud.

Es aconsejable ampliar la batería de pruebas Psicométricas dentro del sistema, incluyendo evaluaciones de lenguaje y funciones ejecutivas más complejas, con el fin de obtener un perfil neuropsicológico aún más completo y detallado del adulto mayor.

Finalmente, se propone la capacitación continua del personal técnico en el uso de las herramientas de generación de reportes, asegurando que la interpretación de los datos estadísticos se traduzca en planes de estimulación cognitiva personalizados para cada usuario.

BIBLIOGRAFÍA

- Cortés Álvarez, Nydia. (2024). Detección temprana de alteraciones cognitivas mediante herramientas digitales. *Revista de Innovación en Salud Digital*.
- Guevara Verdugo, Juan. (2025). Estudio de la memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en el adulto mayor.
- Inoue, Sana y Matsuzawa, Tetsuro. (2007). Working memory of numerals in chimpanzees. *Current Biology*, 17(23), 1004-1005.
- Kessels, Roy, van Zandvoort, Martine, Postma, Albert, Kappelle, L. Jaap y de Haan, Edward. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and Normative Data. *Applied Neuropsychology*, 7(4), 252-258.
- Logie, Robert. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Matsuzawa, Tetsuro. (2013). Evolution of the brain and social behavior in chimpanzees and humans. *Primate Research*, 29, 1-13.
- Murman, Daniel. (2015). The Impact of Age on Cognition. *Seminars in Hearing*, 36(3), 111-121.
- Salthouse, Timothy. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428.
- Zaninotto, Paola, Batty, G. David, Allerhand, Michael y Deary, Ian. (2018). Cognitive function trajectories and their determinants in older people: 8 years of follow-up in the English Longitudinal Study of Ageing. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 72(8), 685-691.

ANEXOS

**ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN DEL SOFTWARE**

En la ciudad de Ibarra, a los 6 días del mes de febrero de 2026, se procede a la entrega formal del proyecto titulado: "SISTEMA WEB INTERACTIVO PARA LA VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO COGNITIVO EN ADULTOS MAYORES DE MI NONA GUARDERÍA", desarrollado por el estudiante Adam Mero Velasco.

El sistema entregado consta de los módulos de evaluación de memoria visual, test del chimpancé, secuencias y memoria numérica/verbal, junto con su respectiva base de datos y de reportes. El software ha sido desplegado y probado en el entorno del centro, cumpliendo con los requisitos funcionales establecidos.

Por medio de la presente representante del Centro "Mi Nona" certifico que el Adam Mero Velasco ha cumplido satisfactoriamente con el desarrollo de la herramienta tecnológica. Se deja constancia de que el sistema se encuentra operativo y el código fuente ha sido entregado para su posterior uso y mantenimiento.

	
Adam Mero Velasco	Jorge L. Coral Representante Legal del Centro "Mi Nona"
C.I. 1761286176	C.I. 0401981964