



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BIOMÉDICA

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA PRUEBAS DE EVALUACIÓN COGNITIVA APLICABLE AL ADULTO MAYOR

CARLOS JOHANNES GARCÍA POBLETE

Trabajo para optar al Título de
Ingeniero Civil Biomédico

Profesor Guía:
Antonio Rienzo

Julio - 2022
Valparaíso – Chile



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Biomédica

Fecha versión final para depósito en Biblioteca UV: **22/05/2023**

Nombre Prof. Guía: **Antonio Rienzo Renato**

V°B° Prof. Guía:

A handwritten signature in black ink, reading 'A. Rienzo R.', enclosed within a decorative, hand-drawn flourish.

Resumen

Objetivos: El propósito del trabajo es realizar un análisis de métodos psicométricos digitales con el fin de desarrollar un prototipo funcional para el apoyo en la detección temprana del deterioro cognitivo, aplicable al adulto mayor.

Métodos: Mediante la revisión sistemática de la literatura se encontró documentos relacionados con el objetivo mencionado anteriormente y luego la información se agrupó a fin de conocer la propiedad técnica, psicométrica y calidad de cada instrumento. Además, se consultó distintas fuentes de información para el desarrollo y diseño de un prototipo. El diseño de la aplicación, se sustenta en la metodología de desarrollo de software, la cual permite probar la funcionalidad del sistema antes de obtener la versión final, de esta manera, se puede corregir y mejorar las características del software. Ahora bien, al hallar una serie de aplicaciones (pruebas digitalizadas) se procedió a crear pruebas relacionadas al dominio ejecutivo, velocidad de procesamiento, atención y dos cuestionarios asociados al estado emocional, es decir, el prototipo incluye tres pruebas cognitivas y dos cuestionarios de valoración emocional. Por último, se realizó un estudio de usabilidad y experiencia de usuario en 5 adultos mayores, de género femenino.

Resultados: La utilidad del prototipo, cumple con la función de entregar resultados preliminares y probar las características del sistema. Las pruebas fueron ejecutadas por 5 adultos mayores, obteniendo un alto porcentaje de conformidad, en la importancia de las pruebas como un predictor de la salud mental. El sistema fue estable, no se registró problema de conexión o bloqueo en la aplicación.

Discusión: La variedad de evaluaciones cognitivas computarizadas dificulta la decisión de elegir cuál método es el más acorde, porque se requiere bastante información relacionada con la validez del instrumento. Estos métodos, en un futuro, pueden sustituir las evaluaciones tradicionales, aunque se evidenció que una asistencia presencial genera compromiso en la persona para que enfoque su atención en obtener una mejor calificación.

Conclusión: Se llevó a cabo un proceso metodológico que culminó en un prototipo de pruebas cognitivas. Se recomienda continuar con la totalidad del desarrollo de la aplicación sin dejar de lado, el contexto donde se aplican estas pruebas, ya que, la evidencia apunta a la necesidad de acceso y la adopción de la tecnología, además, las personas de mayor edad se encuentran receptivas y disponibles si se les enseña, comprende y valora sus habilidades.

Palabras Clave: *Evaluación cognitiva, evaluación neuropsicológica, adulto mayor, deterioro cognitivo y validación.*

Tabla de contenido

1.	Introducción.....	5
2.	Marco teórico	6
2.1	Deterioro cognitivo.....	6
2.1.1	Definición:.....	6
2.2	Pruebas tradicionales neuropsicológicas	7
2.2.1	Definición:.....	7
2.3	Dominios cognitivos.....	9
2.4	Evaluación de la calidad de los instrumentos psicométricos.....	10
2.4.1	Confiabilidad:	10
2.4.2	Validez.....	11
2.4.3	Sensibilidad	12
2.4.4	Especificidad	12
3.	Estado del arte	13
4.	Metodología e implementación:	15
4.1	Implementación de la metodología	16
4.1.1	OBJ 2: Caracterizar los fundamentos psicométricos que respaldan y validan los diferentes test digitales en la evaluación cognitiva de personas de avanzada edad.	16
4.1.2	OBJ 3: Proponer un diseño e implementación de algunos test digitalizados (a través de un prototipo), para evaluar la aplicación en personas de avanzada edad.	20
4.1.3	OBJ 4: Realizar pruebas de usabilidad y de experiencia de usuario, con los test digitales implementados:	37
5.	Resultados	38
5.1	Características demográficas:.....	38
5.2	Cuestionarios y aplicación:	38
5.3	Resultado para los cuestionarios:	41
5.4	Resultado del Test:	41
5.5	Resultado encuesta de Usabilidad y Experiencia de Usuario:.....	42
6.	Discusión.....	44
7.	Conclusión.....	46
8.	Referencias	47
9.	Anexos:.....	51
9.1	Anexo 1 : Tabla de caracterización de las pruebas cognitivas	51
9.2	Anexo 2: Descripción de las pruebas cognitivas digitales	52
9.3	Anexo 3: Descripción de las pruebas en base a los dominios y puntuación.....	57
9.4	Anexo 4: Validación, confiabilidad y precisión de las herramientas cognitivas	61

Desarrollo de un prototipo de pruebas de evaluación cognitiva aplicable al adulto mayor

Carlos Johannes García Poblete

Escuela de Ingeniería Civil Biomédica

Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras clave: *Evaluación cognitiva, evaluación neuropsicológica, adulto mayor, deterioro cognitivo y validación.*

1. INTRODUCCIÓN

La OMS define como demencia crónica o progresiva a la característica propia de disfunción cognitiva, es decir, disminución o casi nula respuesta en la capacidad de procesar información del entorno, comprometiendo la memoria, el pensamiento, orientación, comprensión, cálculo, la capacidad de aprendizaje, el lenguaje y el juicio, pero en su defecto la conciencia permanece intacta, no obstante, el deterioro es acompañado por una baja valoración emocional, comportamiento social o motivación[1].

La demencia es causada por diversos factores que contribuyen a desarrollar enfermedades que afectan de manera primaria y secundaria el cerebro como son los accidentes cerebrovasculares (ACV), la depresión y la enfermedad de Alzheimer. A su vez existe mayor riesgo en personas con bajo nivel educativo, aislamiento social y poca actividad cognitiva[1]. Ahora bien, la demencia es la principal causa de discapacidad y dependencia entre las personas de tercera edad. Actualmente aún falta concienciación y comprensión de las demás personas, por lo que es posible que se estigmatice y genere obstáculo en la persona afectada para acudir a los centros de diagnóstico y atención. A nivel mundial, representa entre el 60% y 70% de los casos, por lo tanto, alrededor de 50 millones de personas en el mundo viven en países de escasos recursos, previendo que entre el 5% y el 8% de la población que tengan una edad igual o por sobre los 60 años, padezcan o puedan padecer demencia[1].

Actualmente, la tecnología ha jugado un papel fundamental para abordar esta enfermedad, el uso digital de test psicométricos tiene sus ventajas, por ejemplo el menor tiempo que transcurre entre la aplicación del instrumento de evaluación y el reporte de resultados, que puede ser ciertas veces inmediata, también evita los errores de calificación propios de los seres humanos, además es posible aplicar medidas de seguridad tecnológica como por ejemplo utilizar contraseñas y por último posibilita la adaptación del contenido del test según características que tenga la persona que responderá el test[2].

No obstante, existen ciertos inconvenientes, no dedicar el tiempo suficiente para la lectura de los documentos, manuales o libros que permitan comprender la interpretación del test, los errores del programa que provienen de espacios difíciles de detectar, también la posibilidad de que se produzca un hackeo de la seguridad de los datos de estos test, además de la pérdida de datos según circunstancias como algún virus en la computadora y por último es posible que para algunas personas les resulte un tanto difícil la aplicación del test[2]. En tanto, el área de la psicología se hace cada vez mayor disponer de pruebas informatizadas adaptadas al contexto cultural, para evitar o disminuir la aparición de errores que pueden producir sesgos metodológicos por uso sin justificación e indebido de test. Por ende, es necesario escoger herramientas mínimamente afectadas por la cultura, o la adaptación sea minuciosa según el lenguaje, posibilitando así mediciones válidas y confiables en cada grupo cultural en que se apliquen los test[3].

Objetivo general:

Desarrollar un prototipo funcional de pruebas cognitivas aplicable a personas de avanzada edad.

Objetivos específicos:

1. Identificar a partir de la literatura la metodología de pruebas cognitivas digitales aplicable a personas de avanzada edad.
2. Caracterizar los fundamentos psicométricos que respaldan y validan los diferentes test digitales en la evaluación cognitiva de personas de avanzada edad.
3. Proponer un diseño e implementación de algunos test digitalizados (a través de un prototipo), para evaluar la aplicación en el adulto mayor.
4. Realizar pruebas de usabilidad y de experiencia de usuario, con los test digitales implementados.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DETERIORO COGNITIVO

2.1.1 DEFINICIÓN:

El deterioro cognitivo por definición: es la alteración significativa de las funciones cognoscitivas, dicho de otra forma, respecto a la memoria, que representa un cambio en relación con el nivel previo de actividad, abarcando desde un deterioro cognitivo leve hasta una demencia[4].

2.1.1.1 Deterioro cognitivo leve(DCL)

El Deterioro Cognitivo Leve, por definición es una transición intermedia entre cognición normal y demencia, es decir, que supera los parámetros normalmente esperables para la edad, pero que no obedece a los criterios de demencia. Ante ello, no se prevé un evento fijo que determine el inicio de la fase asintomática hasta la fase sintomática de la pre-demencia y a su vez la determinación del inicio sintomático al inicio de la demencia. Por consiguiente, los criterios de *International Working Group on Mild Cognitive Impairment* son los más utilizados para determinar el DCL, estos son[5]

- a) Problemas de memoria, comunicado por un informante.
- b) Déficit de memoria objetivado mediante evaluación neuropsicológica
- c) Preservación de la función cognitiva general
- d) Conservación de las actividades de la vida diaria
- e) Ausencia de demencia

La Asociación “*National Institute on Aging-Alzheimer’s Asociación*” plantea al DCL como un síndrome especificado por criterios clínicos, cognitivos y funcionales. Además, pueden ser complementarias a las pruebas clínicas estándares en algunos centros de investigación las pruebas de biomarcadores de fluidos y de imágenes, para determinar las posibles causas del DCL [6].

2.1.1.1.1 CLASIFICACIÓN DEL DETERIORO COGNITIVO LEVE:

Petersen señala los siguientes subtipos de DCL

a) *DCL Amnésico (DCL-a):*

Los pacientes cumplen con el deterioro de memoria significativamente pero que no obedece al criterio para demencia. La falta de memoria se posiciona hasta 1,5 de la desviación estándar (DE) por debajo de la línea de normalidad ajustada para edad y escolaridad.

b) *DCL con déficit cognitivos múltiples (DCL-mult):*

El paciente presenta molestias con una funcionalidad que reflejan deficiencias leves en múltiples dominios cognitivos y conductuales, complicando el lenguaje, funciones ejecutivas, viso-constructivas o viso-espaciales. Se incluye a pacientes con deterioro cognitivo entre 0,5 a 1 de desviación estándar (DE) por debajo de la línea ajustada para edad y escolaridad.

c) *DCL no amnésico de dominio único (DCL-mnoa):*

El paciente presenta deterioro aislado de algún dominio cognitivo distinto a la memoria, siendo posibles el lenguaje, funcionamiento ejecutivo o viso-espaciales. Dependiendo del dominio comprometido, los pacientes pueden progresar a otros síndromes, puede ser afasia progresiva primaria, demencia frontotemporal, demencia con cuerpos de Lewy o enfermedad del Parkinson. Este tipo de DCL-mnoa es considerado como estado prodrómico del grupo de demencias de Alzheimer [5].

2.1.1.2 DEMENCIA:

Según la Real Academia Española define la demencia como debilitamiento de las facultades mentales, generalmente grave y progresivo, debido a la edad o a una enfermedad, alterándose la memoria (la razón) y la conducta [4]. Pues, esto conlleva a un deterioro en la capacidad para realizar actividades de la vida diaria. La OMS (Organización Mundial de la Salud) dice que es un síndrome caracterizado por el deterioro de la función cognitiva (quiere decir, la capacidad para procesar el pensamiento). La demencia compromete la memoria, el pensamiento, la orientación, la comprensión, la capacidad de aprendizaje, el lenguaje y los juicios. A pesar de ello, la conciencia no se ve afectada [1].

La demencia es originada por diversas enfermedades que afectan el cerebro, de manera primaria o secundaria, tal como la enfermedad de Alzheimer o los accidentes cerebrovasculares. Lo antes mencionado, es una causa principal de discapacidad y dependencia entre las personas adultas mayores a nivel mundial [1].

2.2 PRUEBAS TRADICIONALES NEUROPSICOLÓGICAS

2.2.1 DEFINICIÓN:

La evaluación neuropsicológica, es el examen de elección cuando se trata de establecer el estado cognitivo del paciente, es decir, cuando existe presencia de síntomas de síndromes cognoscitivos (como afasia, demencia, etc.) se podrán establecer cuando solo se realicen pruebas cognoscitivas. Por ejemplo, si se necesita establecer el estado del lenguaje de un paciente, será necesario que se realice una prueba cognoscitiva de su lenguaje, por otra parte, si se necesita establecer el estado de memoria de un paciente, se deberá realizar una prueba cognoscitiva de su memoria, etc. Dicho lo anterior, una evaluación neuropsicológica puede determinar la presencia de síndromes cognoscitivos/comportamentales y puede

sugerir la etiología de la condición patológica, posible evolución, saber cuáles son las medidas de rehabilitación para el paciente[2] .

2.2.1.1 MINI EXAMEN DEL ESTADO MENTAL (MMSE)

2.2.1.1.1 DEFINICIÓN:

El MMSE es una prueba escrita con una puntuación máxima de 30, pues una persona que obtenga puntuaciones inferiores puede tener problemas cognitivos más graves. En esta prueba MMSE se fija un punto de cohorte para identificar el punto hasta donde es “normal” la función cognitiva y este punto es en 24 [7]. Esta prueba permite detectar una demencia en pacientes psiquiátricos utilizando tamizajes sistemáticos, pero que también es utilizado para medir la evolución del deterioro cognitivo en los pacientes que padecen de demencia[8].

2.2.1.2 EVALUACIÓN COGNITIVA MONTREAL(MOCA):

2.2.1.2.1 DEFINICIÓN:

Este test detecta deterioro cognitivo del paciente que presenta ciertos índices complejos a nivel cognitivo, como el deterioro cognitivo leve. Este instrumento examina las siguientes habilidades:

- a) *Atención*
- b) *Concentración*
- c) *Funciones ejecutivas*
- d) *Memoria*
- e) *Lenguaje*
- f) *Capacidades visuoconstructivas*
- g) *Cálculo*
- h) *Orientación*

El tiempo en que tarda el término del test es de aproximadamente diez (10) minutos. La puntuación máxima es de 30. Una puntuación por sobre los 26 se considera dentro de lo normal [9].

2.2.1.3 ADDENBROOKE'S COGNITIVE EXAMINATION -REVISED (ACE-R)

2.2.1.3.1 DEFINICIÓN:

Es un test que incorpora en su estructura al MMSE, amplía la valoración de la capacidad amnésica, frontales, del lenguaje y visoespaciales, permitiendo detectar entre demencia frontotemporal y Alzheimer. Ante ello, se tiene ventaja de obtener puntajes que servirán para ambas pruebas (addenbrooke's Cognitive Examination) [10]. Es entonces, que esta prueba consta de 5 dominios cognitivos como orientación y atención con un puntaje de 18, memoria con 26 puntos, fluencias verbales con 14 puntos, lenguaje con 26 puntos y habilidades visoespaciales con 16 puntos, obteniendo una suma total de 100 puntos como máximo, donde el punto de cohorte es 88 aproximadamente para personas que hayan tenido estudios completos de enseñanza media o más y 68 para una persona que haya tenido estudios menores a 12 años de educación , por ende una persona que sobrepase ese valor hasta los 100 puntos será considerada paciente sin déficit cognitivo. Dicho lo anterior, para detectar un grado de demencia más específico es que se utiliza un coeficiente Vlom para determinar si un paciente tiene demencia frontotemporal o Alzheimer [11].

- a) *Orientación:* Espacial y temporal
- b) *Atención y concentración*
- c) *Memoria:* Anterógrada, retrógrada y diferida.
- d) *Fluencia Verbal:* fonológica y semántica

- e) *Lenguaje*: Comprensión oral y escrita, escritura, repetición de palabras y frases, denominación y lectura.
- f) *Habilidades visuoespaciales*

2.3 DOMINIOS COGNITIVOS

Nuestro cerebro, particularmente la memoria, tiene la capacidad mediante diferentes procesos mentales de recolección, almacenamiento y recuperación de la información. Conceptualmente, la memoria se comprende de la *memoria declarativa* (episódica y semántica) y la *memoria no declarativa*. Tras lo dicho, el deterioro de la *memoria episódica* es un marcador de la evolución del DCL, pues la *memoria episódica* está mediada por el *hipocampo* y *córtex entorrinal* (estructuras temporales mediales). La *memoria semántica* se relaciona con los conocimientos generales, fuera del contexto espacial y temporal del aprendizaje. Generalmente, la *memoria semántica* se preserva en el DCL [12].

En el hemisferio dominante se encuentra el lenguaje y funciones ejecutivas, en tanto en el hemisferio no dominante se encuentra la atención, gnosia y memoria [13].

Muriel Lezak, propuso el término **función ejecutiva** que se relaciona con áreas prefrontales, incluyendo en ella las siguientes funciones:

- a) *Flexibilidad cognitiva*
- b) *Atención selectiva*
- c) *Atención alternante*
- d) *Razonamiento inductivo o planificación*

La **memoria** es la base de nuestro conocimiento, pues el cerebro almacena información. Esta función cognitiva se clasifica mediante lo *cuantitativo* y *temporal* (tiempo en que se almacena y recupera la información).

En clasificación *cuantitativa* se encuentra la: memoria declarativa (mencionada con anterioridad), memoria procedural o procedimiento (hábitos/prácticas motoras realizadas inconscientes), memoria emocional (inconsciente y acompañada de un efecto) y memoria adictiva (inconsciente asociado a sustancias o situaciones, placer instantáneo).

En clasificación *temporal* se subdivide en: Memoria Largo Plazo (retrógrada, capacidad ilimitada, ubicada en cortezas de asociación que rodean las cortezas primarias de los sentidos), Memoria Corto Plazo (anterógrada, capacidad limitada y en periodo breve de tiempo, ubicado en hipocampo, parietal) y Memoria de Trabajo (dominante prefrontal dorsolateral con segundos de duración, operativa).

La **atención** dirige un estado de activación adecuado para tener un procesamiento adecuado de la información, es decir, sus circuitos están en la corteza cerebral precisamente en la zona prefrontal, controlando la memoria de trabajo, atención y la inhibición de las respuestas [12].

La **capacidad visuoespacial** se define por representar, analizar y manipular un objeto mentalmente. El procesamiento visual requiere un adecuado funcionamiento de la corteza frontal, occipital y por, sobre todo, parietal.

El **lenguaje** es la capacidad de comunicación de los seres humanos por medio de signos lingüísticos, como componentes están la: afluencia, comprensión, nominación, musicalidad, gramática, etc. Por ende, las áreas cerebrales que intervienen son: área de Broca, área de Wernicke, córtex primario motor y auditivo, y giro angular. Puede ser afectada por diversas enfermedades neurodegenerativas y también en el DCL, principalmente el inicio del deterioro es la fluidez verbal y la capacidad de denominación [12] [13].

A continuación, se observa un cuadro resumen:




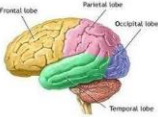

Dominios cognitivos	Áreas del cerebro	Funciones
Funciones ejecutivas	prefrontales 	b) Atención selectiva c) Atención alternante d) Razonamiento inductivo o planificación
Memoria	hipocampo y córtex entorrinal 	cualitativa: memoria declarativa , memoria procedural o procedimiento, memoria emocional y memoria adictiva. temporal: Memoria Largo Plazo , Memoria Corto Plazo y Memoria de Trabajo
Atención	prefrontal 	controlando la memoria de trabajo, atención y la inhibición de las respuestas
Capacidad visuoespacial	 frontal, occipital y parietal	representar, analizar y manipular un objeto mentalmente
Lenguaje	 área de broca, área de Wernicke, córtex primario motor y auditivo, y giro angular	afluencia, comprensión, nominación, musicalidad, gramática, etc

Ilustración 1: Dominios cognitivos, área involucradas y funciones, Fuente: elaboración propia.

2.4 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS INSTRUMENTOS PSICOMÉTRICOS

2.4.1 CONFIABILIDAD:

La confiabilidad se define como la consistencia y la precisión de una medida en instrumentos psicométricos. Dependiendo de los puntajes que obtenga la persona es que se tendrá algún porcentaje de error, pues será el valor real del paciente agregado a él un porcentaje de error, ya que puede suceder que el paciente se presente a rendir los test psicológicos con diferente motivación y ello provoque que los puntajes no sean totalmente consistentes [14].

Existen diferentes maneras de determinar la confiabilidad de una prueba:

2.4.1.1 TIPOS DE CONFIABILIDAD

2.4.1.1.1 TEST-RETEST

El RE-TEST es la prueba que se aplica dos veces a los mismos participantes y se calcula la correlación existente entre el puntaje de la primera y segunda aplicación. Pues, esta correlación que se obtenga representará el valor de la confiabilidad, que como máximo llega a 1 y significa correlación perfecta [15] .

2.4.1.1.2 CONFIABILIDAD INTER -EVALUADOR

La misma prueba que es realizada al participante, la califican dos evaluadores diferentes, calculando así la correlación entre las dos calificaciones. Si los criterios de evaluación son claros y objetivos, ambos evaluadores deberán tener puntajes de calificación casi similares, dándole mayor confiabilidad al test [15] .

2.4.1.1.3 FORMAS PARALELAS

Hay pruebas que tienen formas paralelas, es decir, que existen dos versiones diferentes y equivalentes de la misma prueba. Pues para obtener confiabilidad se correlacionan los puntajes obtenidos por el mismo grupo de sujetos en la primera y la segunda forma de la prueba, siendo este el índice de confiabilidad, siendo un índice de equivalencia entre las dos formas de prueba [15] .

2.4.1.1.4 MITADES

Para poder calcular la confiabilidad se debe dividir la prueba en dos mitades equivalentes y se calcula la correlación entre esas dos mitades, por ejemplo, ítems impares vs. ítems pares. Si la correlación entre las dos mitades es mayor o alta, quiere decir que los ítems de las dos mitades están midiendo lo mismo y tienen un nivel de dificultad similar.

Los índices de confiabilidad que se utilizan a menudo en neuropsicología son *confiabilidad Test-re-test* y *confiabilidad inter-evaluador*, lo importante es que la confiabilidad sea superior o igual a 0.80.

A su vez, existen factores que determinan la falta de confiabilidad como:

1. **Al construir o adaptar un test:** seleccionar mejor los ítems para que no sean insuficientes, otra fuente de error es la adivinación.
2. **Al administrar un test:** se evalúan a los participantes en mismas condiciones controlando interferencias ambientales, considerando además las afluencias fortuitas del evaluado.
3. **Al evaluar un test:** se debe mantener criterios de evaluación, no es posible que se cambie los criterios luego de que han calificado a varios participantes [15].

2.4.2 VALIDEZ

La **validez** se refiere a la capacidad de una prueba para medir lo que se supone que mide, por lo que no se debe expresar en general, sino que de uso particular para el que se piensa utilizar el instrumento psicométrico. Los procedimientos para determinar la validez, se enfatizan en las relaciones entre ejecución en las pruebas y la vinculación entre la teoría y la verificación psicológica mediante la comprobación empírica y experimental de la hipótesis [14].

2.4.2.1 TIPOS DE VALIDEZ

2.4.2.1.1 VALIDEZ DE CONTENIDO

La validez de contenido hace referencia a si todos los aspectos de conducta están presentes en el contenido de la prueba, es decir, el área de conducta que se examinará debe realizarse sistemáticamente para que se cubra todo aspecto importante y en la proporción indicada correctamente. Por lo tanto, el evaluador deberá preguntarse “¿la prueba cubre una muestra representativa de las habilidades y conocimientos especificados?” y “¿el desempeño en la prueba está libre de influencia de variables irrelevantes?” [14].

2.4.2.1.2 VALIDEZ DE CRITERIO

La validez de criterio indica la efectividad de la prueba para predecir el desempeño del individuo en actividades específicas. La medida de criterio que validan los resultados del instrumento se puede obtener casi al mismo tiempo que los resultados de la prueba, es decir, los puntajes de las pruebas se correlacionan con los resultados obtenidos en otra medida diferente, que correspondería a algún instrumento estándar)

La *validez concurrente* se define como la obtención de ambas mediciones en un mismo tiempo, es decir, son simultáneas. Esta validez es más adecuada a las pruebas que se utilizan para entregar un “diagnóstico” del estado actual que predecir resultados futuros.

La *validez predictiva* se define como las mediciones en diferente tiempo, es decir, permite anticiparse sobre un intervalo.

2.4.2.1.3 VALIDEZ DE CONSTRUCTO

La validez de constructo alude a si la prueba en cuestión mide el constructo que está midiendo, es decir que mide realmente el rasgo teórico, como por ejemplo la memoria, ya que no es una entidad física, empírica, sino que supone que existe para explicar ciertos fenómenos. Para estimar la validez de constructo se utilizan variados métodos, los cuales son:

- a) **Métodos correlacionales:** Los coeficientes de correlación indican la relación del test con los variados instrumentos de medida y sus criterios, como también la relación que existe entre el test y el constructo. Los cuales se estima que se calcule dos tipos de validez.
 - a. **Validez convergente:** Es una correlación positiva entre otros test que miden exactamente lo mismo.
 - b. **Validez discriminante:** es una correlación nula entre otros test que miden aspectos diferentes.
- b) **Análisis factorial del test:** Este análisis permite ordenar los datos e interpretar las correlaciones. Es esperable un factor explicativo del constructo, teniendo en cuenta saturaciones altas de test que midan parecidos aspectos y que sea bajo la saturación del test que miden aspectos diferentes.
- c) **Análisis de las diferencias individuales que pone de manifiesto un test:** Alude a la distribución de los puntajes de los test y las comparaciones de esos aspectos en diferentes muestras. Ejemplos: edad, sexo, niveles profesionales, etc.
- d) **Análisis de los cambios en las diferencias individuales:** Se refiere a una investigación evolutiva de los mismos sujetos con el mismo test. Permite establecer estabilidad del rasgo al pasar el tiempo.
- e) **Análisis lógico de los elementos del test:** Alude al análisis de los ítems del test en relación con su constructo. Los ítems que correlacionan positivamente entre sí, pertenecen al mismo constructo, pero si se obtiene un coeficiente de consistencia bajo, quiere decir que el test no mide un único constructo.

Todos estos métodos son complementarios entre sí, por ende, no existe una única medida para la validez del constructo [16].

2.4.3 SENSIBILIDAD

La sensibilidad se refiere a la capacidad que tiene un test de detectar cambios o anomalías. Por ejemplo cuando se utiliza el Examen Breve del Estado Mental, en donde se propone un puntaje de cohorte 25/30, pues a 50 pacientes se les realiza el examen, 45 (90%) tiene demencia y solo 5 pacientes no la tienen, quiere decir, que posiblemente existe falso positivo con personas que no tienen demencia pero tienen rangos bajo del cohorte o también falsos negativos donde pacientes que tienen demencia tienen puntajes por sobre el cohorte, pues mientras más alta la sensibilidad, menor será el porcentaje de error cuando hay cambios o falsos positivos, etc. [15].

2.4.4 ESPECIFICIDAD

La especificidad alude a si el test o instrumento mide una habilidad en particular, es decir, por ejemplo, si un instrumento utilizado para el lenguaje mide solamente lenguaje, etc. Se distingue en otras pruebas la ausencia de tal condición ya que no se afecta el puntaje, por lo que no existen pruebas totalmente específicas y por lo tanto los puntajes se afectan por distintas habilidades [15].

3. ESTADO DEL ARTE

En el último tiempo, el desarrollo de herramientas que evalúan el estado cognitivo ha aumentado considerablemente. Según APA (American Psychological Association) cada año se elaboran más de 20.000 pruebas en base a investigación, revisión de publicación científica, congresos, etc. [14] Es tal el impacto, que se ha masificado en medios tecnológicos de uso diario, aunque, estos dispositivos presentan ventajas sobre versiones originales en papel y lápiz, hay que tener en cuenta, si el diseño cumple con los requisitos mínimos de una evaluación y la métrica del instrumento no altera el resultado final. Es decir, el hecho de implementar un Test cognitivo al contexto informático, debe seguir una metodología de diseño capaz de mantener la mínima interpretación del contenido en la prueba. Otro desafío es el acceso y la adopción de instrumento digital, ya que, por lo general, gran parte de la población de mayor edad, no considera la relevancia, debido a que no están familiarizados con la tecnología. Por lo tanto, un buen método debe considerar como base el fundamento teórico, la experiencia y las necesidades del usuario para la mejora continua del software [17].

A partir del párrafo anterior, surge la necesidad de investigar metodologías. Se busca información relevante de buenas prácticas para el diseño, adaptación de test cognitivos, validez clínica, etc. Esto permite dar cumplimiento a los objetivos específicos. Para ello, se llevó a cabo una búsqueda sistemática de la literatura utilizando la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyst). El método PRISMA es un conjunto de elementos que permite evidenciar aspectos claves en el proceso de revisiones sistemáticas y metaanálisis [18]. A través de un proceso estandarizado, se construye un diagrama de flujo que para la versión 2020 considera tres etapas: identificación de las fuentes de los registros, Screening e inclusión[19]. Dicho lo anterior, se seleccionó artículos provenientes de tres bases de datos científica Web of Science, PubMed y Scopus, donde el total de artículos identificados fue de 569, distribuidos en WOS(203), PubMed(215) y Scopus(151). En la siguiente etapa ‘Screening’ se eliminan los duplicados, se filtran las búsquedas por título y Abstract, se restan los artículos que no cumplen con los criterios de exclusión (detallado en la figura del diagrama de flujo), quedando 46 estudios. Ahora bien, se realiza una nueva lectura para encontrar puntos no concordantes a los objetivos, entonces, como resultado final, se eligieron un total de 19 artículos. A continuación, se visualiza en el siguiente diagrama de flujo la información detallada de la metodología.

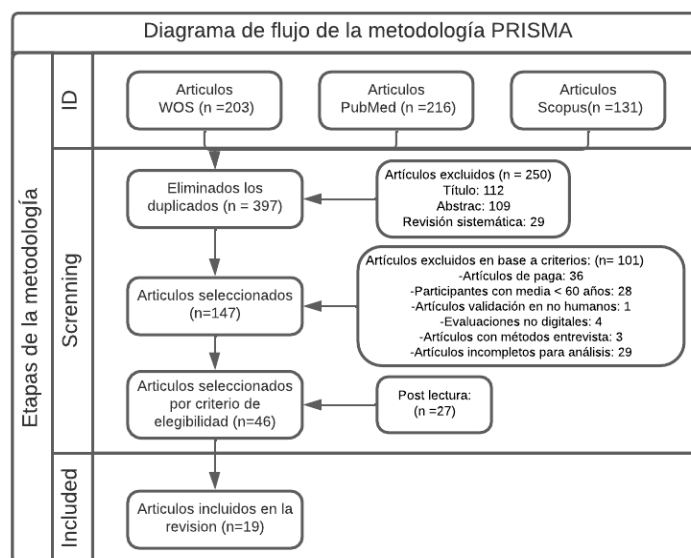


Ilustración 2: Diagrama de flujo. Fuente: elaboración propia.

De los resultados en la literatura, se obtuvieron seis metodologías con pruebas cognitivas que se ejecutan en dispositivos electrónicos de manera rápida y simple. (revisar el anexo para mayor detalle de las pruebas). En primer lugar, se encontró que el 31,5 % de los documentos utilizó el acceso a la red para brindar al usuario una evaluación íntegra con pruebas que fueron desarrolladas directamente en la plataforma. La información de los datos demográficos y resultados del paciente, se almacenan en un servidor centralizado, de esta forma, el tiempo requerido para obtener la información de la detección cognitiva, es breve, eficiente, automático, por otro lado, el usuario puede efectuar el examen y ser notificado en la comodidad del hogar [20].

Continuando con la revisión, el 26,3 % de registros son desarrollo de baterías digital, emplean tareas cognitivas y brindan un resultado estadístico basado en una métrica de regresión lineal, al igual que las plataformas se administran en entornos clínicos, investigación, comunitarios, etc. [21]. Con un 15,7 % se encontró publicaciones de diseño de Tareas cognitivas, en que el autor valida la metodología por algún constructo. Por último, los artículos restantes, se distribuyen en simuladores de instrumentos de la vida diaria (IADL), Test de ítems digitalizados, adaptado al fin y el paradigma “*Gamificación*”, en dos modos, entorno de realidad virtual aplicado a tecnología VR y juegos interactivos llamados ‘juegos serios’, con distintos niveles de dificultad y recompensas [22][23][24].

En cuanto a la modalidad y contenido de las pruebas, la revisión refleja mayor tendencia a desarrollar evaluaciones enfocadas en las funciones ejecutivas y memoria, luego, la atención, velocidad de procesamiento, dominio visuoespacial, y en menor medida la función de orientación, praxis. Cabe mencionar que son test para la detección o sospecha, no una exploración en detalle de carácter clínica.

Por otro lado, cabe destacar el uso de cuestionarios para incrementar la validez. Según el autor Katherine L. Possin [25] empleó un formulario y la tasa de detección aumentó de un 72 % al 82 %, este hallazgo demostró que independiente del desempeño de la batería, el uso de cuestionarios, ayudó a predecir quién desarrollará un problema cognitivo. Por lo tanto, es válido, ya que mejora la detección y funcionó como un valor agregado a la evaluación[25]

Existen factores a considerar en el diseño, puesto que son determinantes y puede introducir medidas sesgadas en el resultado, por ejemplo, periodos muy extensos en las tareas, nivel educacional, sexo, edad, contexto cultural, etc. En la siguiente sección se desarrolla con más detalle.

Finalmente, se identifican cuatro estudios que incluyen una alta validez de constructo y confiabilidad. El simulador (IADL) obtuvo una validez de constructo (0.85 %) y confiabilidad (0.73 %), aunque sus valores de detección son altos, no es recomendado, porque son actividades básicas, que al inicio del deterioro cognitivo no tienen aplicación clínica [26]. Por otro lado, la prueba de sendero (Trail Making Test) presentó una validez “buena” en constructo (0.70 %) y alta confiabilidad (0,96%) [27]. Por otro lado, existe un artículo que hace mención a la identificación de la validez de constructo para cada prueba y la confiabilidad integrada (0.96%). Por último, se encontró un documento que involucra un test de categorización visual con validez de constructo de 0,82% y confiabilidad (0,99%) [28]. Las demás modalidades evaluaron validez de constructo, obteniendo una menor métrica, pero con estudios de sensibilidad y especificidad.

4. METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN:

El objetivo general del trabajo es el diseño de un prototipo de test cognitivo que proporciona una evaluación integral a través de pruebas de carácter ‘Screening’, aplicable en el adulto mayor. Para ello, se utilizó una metodología de desarrollo de software llamada ‘INCREMENTAL’, pues, permite construir un proyecto de manera que en cada iteración produzca “*mejoras continuas de las características funcionales del sistema*”. Las etapas se dividen en pequeñas actividades que otorgan el control del flujo de trabajo y cada iteración sirve como punto de retroalimentación para el siguiente proceso, de esta manera, se efectúa los cambios en la planificación, especificación, diseño, implementación e integración y ejecución del proyecto. Por lo tanto, la metodología es adaptable al propósito y facilita la comprensión del requerimiento de cada objetivo específico que se basó en el cumplimiento del desarrollo de actividades [29].

Población objetivo:

Se escoge a personas de avanzada edad, género femenino, porque en comparación de los hombres las mujeres tienden a desarrollar mayor prevalencia en el deterioro de funciones cognitivas y a medida que llegan a la etapa de vejez, el deterioro avanza y se ve reflejado en enfermedades como el Alzheimer [30]. Además, la decisión se llevó a cabo por “factor tiempo”, debido a la entrega del trabajo.

OBJ 1: Identificar a partir de la literatura la metodología de test cognitivo digital aplicable a personas de avanzada edad.

El presente objetivo se desarrolló utilizando la metodología PRISMA, por ende, en la sección anterior, estado del arte, se identificó las metodologías y las buenas prácticas de la revisión, por tanto, se da cumplimiento del objetivo N°1.

OBJ 2: Caracterizar los fundamentos psicométricos que respaldan y validan los diferentes test digitales en la evaluación cognitiva de personas de avanzada edad.

Para el objetivo mencionado, la información se obtuvo del estado del arte y la literatura, ya que, permite solventar la base de una investigación, adoptar métodos, conceptos, fundamentos, etc. Para ello, se describen los principios asociados a una evaluación cognitiva de detección temprana. Además, empleando los artículos de publicación científica, se sintetizó la información en tablas, de esta manera mejora el entendimiento del trabajo a desarrollar.

A continuación, se formuló dos actividades:

1. Definir las características que debe tener una evaluación cognitiva denominada “Screening” por medio del estado del arte y complementar con manuales neurocognitivos, guías psicológicas, etc.
2. Agrupar la información del estado del arte, en cuadros resumen que sintetizen los conceptos relevantes, así, caracterizar los principios o criterios de una evaluación cognitiva.
 - a. Tabla comparativa de los principales conceptos técnicos en una evaluación cognitiva, es decir, las características que se asocian a la ejecución de las tareas, modalidad, entrada de datos, etc.
 - b. Caracterizar los fundamentos teóricos, es decir, los dominios cognitivos asociados a cada prueba.
 - c. Caracterizar en base a los estudios de validación que sustentan las evaluaciones cognitivas.

OBJ 3: Proponer un diseño e implementación de algunos test digitalizados (a través de un prototipo), para evaluar la aplicación en el adulto mayor.

1. Selección y justificación de pruebas cognitivas en base a las características estudiadas en el objetivo N°2.
2. Buscar en el navegador de internet el manual de las pruebas escogidas para confeccionar una ficha técnica breve y describir las evaluaciones.
3. Definir los requerimientos de los materiales en la aplicación.
4. Describir los requisitos de la aplicación, algoritmos y diagramas de funcionamiento en cada prueba.

OBJ 4: Realizar pruebas de usabilidad y de experiencia de usuario, con los test digitales implementados

1. Describir el modelo teórico de usabilidad y experiencia basado en las necesidades de la población objetivo.
2. Definir las preguntas de usabilidad y experiencia de usuario.

4.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

En esta sección, se desarrollan las actividades planteadas anteriormente para cada objetivo específico.

4.1.1 **OBJ 2: CARACTERIZAR LOS FUNDAMENTOS PSICOMÉTRICOS QUE RESPALDAN Y VALIDAN LOS DIFERENTES TEST DIGITALES EN LA EVALUACIÓN COGNITIVA DE PERSONAS DE AVANZADA EDAD.**

4.1.1.1 *DEFINIR LAS CARACTERÍSTICAS DE UNA EVALUACIÓN COGNITIVA DE CARÁCTER 'SCREENING':*

Para comenzar, una evaluación para la detección temprana o tamizaje se caracteriza por ser breve, fácil de comprender y no requiere una intensa elaboración de material. Debe cumplir cierto estándar en la detección de sospecha y el acceso es oportuno, si bien la evaluación Screening permite un mayor grado de incertidumbre que la evaluación clínica, puede hacer la diferencia en el progreso de una enfermedad.

A continuación, se describen puntos relevantes:

- a) Consentimiento informado: Para realizar un estudio, el Ministerio de Salud, mediante el reglamento del decreto N° 114, dictamina la obligación de un documento por escrito otorgado por la persona o equipo de investigación. El contenido debe indicar los aspectos formales y esenciales de la evaluación, finalidad, condiciones, beneficios, etc. A su vez, para verificar la autenticidad del documento, este contará con la firma del sujeto de estudio [31]
- b) Dominios cognitivos: Según el autor Samantha Groppe [32], el desarrollo de instrumentos cognitivos debe evaluar al menos dos dominios cognitivos en la detección de la demencia, ya sea memoria, función ejecutiva, praxia, etc. Aunque, se debe considerar que existen pruebas que evalúan distintos aspectos del mismo dominio y que pueden influir significativamente en otras habilidades cognitivas, como es el caso del Trail Making Test [33].
- c) Brevidad de la aplicación: El instrumento permite en un periodo corto de tiempo crear un esquema general del estado cognitivo. Al considerar personas de avanzada edad, es importante adoptar esta práctica para mantener la atención y disminuir el cansancio por agotamiento mental o aburrimiento de las actividades, ya que, los tiempos de ejecución y espera muy largos de algunos ítems aumenta

la tasa de abandono. Por otro lado, el profesional se beneficiará al obtener los datos procesados de manera rápida antes de la evaluación diagnóstica.

- d) Facilidad de administración: El test no requiere un proceso de comprensión y análisis mayor, debe ser intuitivo, con instrucciones breves, recursos gráficos, audiovisuales, etc. Además, para reforzar el contenido y garantizar la comprensión de la tarea, se añade una sección de práctica, antes del inicio de la evaluación.
- e) Distribución de las pruebas: Es importante considerar la tecnología para suministrar las pruebas, es decir, ¿A través de qué dispositivo se tiene acceso?, ¿Cuál es la mejor forma de acceder a las pruebas digitales?, ¿Presencial u online?, ¿Requieren materiales adicionales?, muchos de los test informatizados requieren un grado de conocimiento en las tecnologías o simplemente materiales especializados.
- f) Factor de la educación: Los resultados deben variar mínimamente respecto al sexo, edad y nivel de educación, si no se cumple esta condición, aumenta la probabilidad de obtener resultados sesgados. El puntaje resultante debe cumplir con el método expuesto en manuales de evaluaciones cognitivas, es decir, los puntajes obtenidos deben ser normalizados respecto a la población de estudio.
- g) Adaptación de las pruebas: Las evaluaciones son válidas en el contexto cultural donde se desarrollaron, es necesario una adaptación transcultural realizada por un comité de expertos, para este proyecto solo se consideran pruebas que no son susceptibles a la cultura o requieren una mínima adaptación.
- h) Fundamentos de la evaluación: La elección de las pruebas se basó en herramientas fundamentadas en publicaciones científicas y siguen los principios de una evaluación cognitiva: estandarizadas, cuantificables, replicables, sensibilidad en la detección y válidas en el contexto donde se efectuaron.

Por último, el contexto de la aplicación de la prueba, en la población objetivo juega un papel fundamental, se consideró la baja frecuencia de uso de la tecnología por parte de personas mayores de edad, por ende, se dispuso de la necesidad de un asistente o familiar para el acceso de la evaluación.

4.1.1.2 CARACTERIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN COGNITIVA:

4.1.1.2.1 Características técnicas en el desarrollo de una evaluación cognitiva:

A continuación, se observa un cuadro resumen, en el que se identificó las principales características técnicas, tanto del software y hardware, de acuerdo a la información del estado del arte, además, se consideró las variables para el diseño del prototipo. En la tabla N.º 1, se encuentra los métodos de evaluación cognitiva junto con el porcentaje de artículos equivalentes de la revisión sistemática, se evidencia la tendencia a utilizar tareas cognitivas integradas a una plataforma web (31,58 %). Seguidamente, se observa el promedio de tareas cognitivas para cada método de evaluación, por tanto, la batería cognitiva y la plataforma tiene entre 6 a 7 tareas para categorizar el estado cognitivo. En tanto, el tiempo promedio de cada tarea es aproximadamente de 6 minutos, además, en las baterías y plataformas, algunos casos, las tareas duran menos de 5 minutos, pero, son de menor confianza en la detección, sin embargo, los juegos requieren más tiempo debido a la integración de los niveles. Ahora bien, la modalidad más utilizada es el empleo de una Tablet (32,1%), sin dejar de lado con 21,4% el uso de la web. Además, debido a la facilidad de la interfaz táctil (72,2%) permite simular el uso de un papel en comparación de otros métodos de entrada (27,8 %). Las instrucciones son importantes para que el participante comprenda la tarea y no cometa errores, se evidencia con un 41,2 % las evaluaciones que involucran recursos visuales, textos y auditivos. Si bien, un psicólogo

estuvo presente en la evaluación (48 %), el hecho que haya un examinador como un técnico, asistente que guíe la prueba permite obtener resultados favorables. Por último, el hecho de ejecutar las pruebas de manera presencial (84,5 %) fue requerido y de gran importancia para la población mayor de edad.

Finalmente, un eventual diseño, debe tener en consideración tareas individuales, con un tiempo de ejecución de no más de 6 min aproximadamente por tarea, de preferencia utilizar la interfaz táctil y distribuir la prueba en la web para almacenar la información, con recursos visuales y luego mixtos, un asistente que guíe el proceso de manera presencial, ya que, las personas de edad avanzada tienden a utilizar en menor proporción la tecnología.

Método ()	%	Cantidad de pruebas	MD	Tiempo (min)	MD	Modalidad	%
Tareas individuales	15,78	Tareas individuales	1	Tareas individuales	5,6	PC	17,9
Batería cognitiva	26,31	Batería cognitiva	7	Batería cognitiva	9,3	PC Táctil	17,9
Plataforma cognitiva	31,58	Plataforma cognitiva	6	Plataforma cognitiva	16	Raspberry	3,6
Simulador IADL	5,26	Simulador IADL	5	Simulador IADL	10	Tablet	32,1
Versión de ítems	5,26	Versión de ítems	7	Versión de ítems	17	App Teléfono	7,1
Gamificación	15,78	Gamificación	3	Gamificación	31	Web con disp.	21,4
Modo de entrada	%	Instrucciones	%	Administración	%	Lugar	%
		Solo Visuales (Texto)	35,3	Psicólogo	48,0		
Pantalla Táctil	72,2	Solo Verbal (Audio)	5,9	Autoadministrado/ex	32,0	Presencial	84,6
Periférico	27,8	Mixto	41,2	Técnico	8,0	A distancia	15,4
		Examinador	17,6	Personal Asistente	12,0		

Tabla 1 : Características de una evaluación cognitiva digital, Fuente: elaboración propia en base al estado del arte.

4.1.1.2.2 Caracterizar los dominios cognitivos en cada evaluación encontrada en el estado del arte:

En la siguiente tabla comparativa (Tabla n°2), se observa el nombre de evaluación cognitiva que incluye tareas clasificadas según el dominio cognitivo. Por ejemplo, la batería Computerized Cognitive Screen (CoCoSc) presenta tareas en todos los dominios cognitivos a excepción del dominio visuoespacial. No obstante, el 89,47 % de las evaluaciones, en general, involucran tareas asociadas al dominio ejecutivo, seguidamente con un 78,94 % al dominio de la memoria, luego visuoespacial (57,89 %), la atención (47,36 %) y la velocidad de procesamiento con un 47,36 %. Finalmente, y no menos importante, el dominio del lenguaje y la orientación, este último, referido a preguntas sobre la dirección, la fecha y hora en que se realizó la prueba, también, alguna historia universal o de cultura del país.

El cuadro se diseñó de acuerdo a la facilidad representativa para identificar el dominio cognitivo de mayor frecuencia encontrado en la revisión. Se observa que las evaluaciones a escoger deben considerar tareas que vaya directamente enfocado al dominio de la **función ejecutiva**.

EVALUACIÓN	A	B	C	D	E	F	G
TOL [34]							
SIMBAC [26]							
CoCoSc [20]							
G. CVLT [22]							
eSAGE [35]							
BHA [25]							
BrainCheck [32]							
CGN_ICA [28]							
VSM [23]							
CompBased [36]							
CogEvo [37]							
Cognivue [38]							
BHA-CS [39]							
Inbrain CST [40]							
TMT/Bells [27]							
BHA-CUBAN [41]							
C-ABC [42]							
EC-Screen [21]							
Smart Aging P. [24]							
Porcentaje	89,47	47,36	78,94	47,36	21,05	57,89	21,05

Tabla 2 : Característica de cada evaluación respecto al dominio que miden. A: Dominio ejecutivo, B: Atención, C: Memoria, D: Velocidad de procesamiento, E: Lenguaje, F: Visuoespacial, G: Orientación. Fuente: elaboración propia.

4.1.1.3 Caracterizar en base a los estudios de validación:

“Cuadro comparativo de los estudios psicométricos y validez”.

La siguiente tabla, se realizó en base a los artículos que describen en mayor medida a una población de adulto mayor y esta población se clasificó previamente, de acuerdo a su condición de salud mental con la finalidad de evaluar un instrumento psicométrico. El estudio compromete la capacidad del instrumento en la detención, la validez en comparación con las pruebas originales, la medida de reproducibilidad de la prueba, etc. Por lo tanto, dicho de manera general se identifica cada estudio con su grado de concordancia, empleando pruebas estadísticas y los resultados se comparan con las referencias de estas pruebas.

Evaluation	AUC	SN	ESP	Constructo	Confiabilidad
TOL [34]	Regular	Regular	Modaraba	Moderado	
SIMBAC [26]				Muy bueno	Alto
CoCoSc [20]	Bueno	Moderado	Moderado	Bueno	
G. CVLT [22]	Muy Bueno	Moderado	Buena	Muy bueno	
eSAGE [35]	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno	
BHA [25]	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Alto
BrainCheck [32]		Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	
CGN_ICA [28]				Bueno	Muy Alto
VSM [23]		Moderado	Muy Buena	Moderado	
CompBased [36]	Bueno	Bueno	Moderado	Baja/Moderado	
CogEvo [37]		Moderado	Moderado/Bueno	Bajo	
Cognivue [38]				Bueno	Muy Alto
BHA-CS [39]	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	
Inbrain CST [40]	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Moderada/Alto
TMT/Bells [27]		Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Alto
BHA-CUBAN [41]	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	
C-ABC [42]	Muy Bueno	Muy bueno	Moderado	Moderado	
EC-Screen [21]	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	
Smart Aging P. [24]	Muy Bueno			Moderado	

Tabla 3: referencia de los resultados del estudio de validación de cada evaluación, fuente. elaboración propia.

4.1.2 **OBJ 3:** PROPONER UN DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ALGUNOS TEST DIGITALIZADOS (A TRAVÉS DE UN PROTOTIPO), PARA EVALUAR LA APLICACIÓN EN PERSONAS DE AVANZADA EDAD.

4.1.2.1 *SELECCIONAR Y JUSTIFICAR LA ELECCIÓN DE LAS PRUEBAS COGNITIVAS:*

Para el prototipo a desarrollar, se proponen tareas cognitivas que evalúan el área prefrontal del cerebro, ya que es afectado directamente en los inicios de la demencia e involucra en mayor medida funciones ejecutivas, de atención y velocidad de procesamiento visual. Las funciones ejecutivas se asocian a procesos cognitivos relacionados a la regulación de la conducta, la planificación, inhibición de respuestas, etc. Por lo general, son actividades cognitivas esenciales y además el estado emocional es directamente afectado. La atención sostenida permite mantener y ejecutar actividades o instrucciones sin desviar el objetivo, esta función si es alterada, puede producir diversos trastornos. La velocidad de procesamiento deficiente no se relaciona con la inteligencia, ni tampoco con la educación, pero sí afectan al desarrollo del aprendizaje, hay evidencia que una respuesta lenta frente a situaciones diarias, con los años, provocará un futuro daño cognitivo, por ende, es un buen predictor.

Por lo tanto, se escoge las siguiente tareas y dos cuestionarios ligados a la valoración emocional:

- Trail Making Test parte A
- Trail Making Test parte B
- Bell Test
- Tarea de Categorización Visual
- Cuestionario de la valoración de la ansiedad (Hamilton) y depresión (GDS)

Selección de pruebas de uso frecuente:

En primer lugar, se seleccionó el dominio cognitivo asociado a la función ejecutiva, aparte de la importancia que juega en la detección temprana de la demencia, en el objetivo específico anterior, se evidencia que el 89,47 % de la evaluación cognitiva en la literatura incluyen pruebas de esta característica, seguido del dominio de la memoria (78,94 %) y menos representativo las tareas de orientación (21,05 %).

1. Trail Making Test (TMT): En el anexo, se logra evidenciar la Prueba de senderos (TMT) como predictor de las habilidades ejecutivas, de atención y velocidad de procesamiento. Muchas de las evaluaciones del estado del arte incluyen tareas de la versión original, pero también, nuevas versiones que en sí mantienen el mismo principio, cambian el aspecto, estímulos, etc. A su vez, en la literatura el test de sendero es una de las pruebas que más se emplea por neuropsicólogos y es considerado el “Gold estándar en la medición de habilidades inhibitorias, flexibilidad mental, velocidad de procesamiento, etc. [43][44]
2. Bells Test: Es una prueba de cancelación que permite evidenciar trastornos en la atención, si bien, no se registra el uso frecuente, no difiere tanto en su principio con otras pruebas que miden el mismo dominio, por lo general, emplean una búsqueda visual, pero, con distinto contenido.
3. Prueba de Categorización visual: en la literatura se puede evidenciar bastante información acerca de las pruebas de enmascaramiento visual. Esta prueba se escogió debido al resultado en su validez de constructo, ya que, evidencia relación con la prueba “Gold estándar” de symbol Digit Modalities Test (SDMT) [44].

4. Cuestionarios de valoración emocional: En la actualidad, las dos pruebas ligadas al estado emocional son ampliamente utilizadas y validadas en distintos países, incluso en Chile, existe bastante información al respecto.

Estudio de validez:

La evidencia de los artículos es suficiente para evaluar la estrecha relación del instrumento con su versión original y los cuestionarios presentan buen desempeño en discriminar a personas con un estado emocional reducido.

Evaluation	AUC	SN	ESP	Constructo	Confiabilidad
TMT/Bells		<i>Muy Bueno</i>	<i>Muy Bueno</i>	<i>Bueno</i>	<i>Muy Alto</i>
CGN_ICA				Bueno	Muy Alto
Ansiedad		<i>Muy Bueno</i>	<i>Muy Bueno</i>		
Depresión		<i>Muy Bueno</i>	<i>Muy Bueno</i>		

Tabla 4: Estudios de validación en las evaluaciones, elaboración propia.

Selección en base a mitigar el sesgo en los resultados:

Se deben considerar las variables que influyen en los resultados de toda evaluación cognitiva, pues, ignorar estas variables aumenta la subjetividad en la medición. Para ello, se tomó en cuenta la necesidad de diseñar un instrumento que cumpla con los requisitos de detección temprana o screening, basado en las características mencionadas en el objetivo N°2.

A continuación, se utiliza una escala nominal de 3 intervalos para dar cumplimiento:

Escala nominal:

- Cumple
- Medianamente
- No cumple

Variables en la evaluación:

- Tiempo: El tiempo de duración al ejecutar la tarea cognitiva es menor a 6 minutos.
- Educación: La tarea cognitiva debe ser influenciada por la educación en menor grado, ya que, las personas con un nivel de educación bajo tienden a obtener resultados inferiores, por el contrario, un nivel de educación superior obtiene puntajes más elevados.
- Edad: La edad no debe afectar el desempeño de la tarea, ya que, a medida que las personas envejecen necesitan más tiempo para completar pruebas.
- Sexo: El sexo no determina el resultado final.
- Idioma: Existen manuales en español.
- Cultura: Existe una mínima o nula diferencia en la simbología, el vocabulario es comprensible, no requiere de interpretación, los símbolos son universales.
- Efecto de práctica: Al realizar en reiteradas ocasiones el test, se obtienen los mismos resultados y no hay variación de acuerdo al aprendizaje.
- Estudio de validez: La herramienta se validó obteniendo buena consistencia en los resultados de los estudios de constructo, confiabilidad, sensibilidad, etc.

Evaluación	Tiempo	Educación	Edad	Sexo	Idioma	Cultura	Práctica	Validez
TMT- A	Cumple	Parcial	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
TMT- B	Cumple	Parcial	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Parcial	Cumple
Bells	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Parcial	Parcial
CGN_ICA	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Tabla 5: TMT- A : Trail Making Test A , TMT- B :Trail Making Test B, Bells = Bell Test , CGN_ICA : Integrated Cognitive Assessment.

El resultado de la prueba Trail Making Test está condicionado por la edad, es decir, una persona mayor debido a los síntomas propios del envejecimiento presentara una capacidad de respuesta más lenta y un mayor tiempo de ejecución en la tarea. A pesar de lo mencionado, la prueba continúa siendo el ‘*Gold Estándar*’ para evaluar la función ejecutiva, ya que, involucra distintos subdominios (5), y al comparar con otras pruebas asociada al mismo dominio, por ejemplo, el test denominado “Torre de Londres”, solo mide 2 habilidades, la habilidad de planear y flexibilidad mental. Ahora bien, el “efecto de práctica” se ve directamente reflejado en pruebas que contengan un solo ítem, afectando a la confiabilidad. Para disminuir el efecto, el test de sendero se modifica aleatorizando las posiciones de los objetivos, pero, este método no garantiza la fiabilidad, ya que es probable que se pierda contenido si no es realizado de manera adecuada. La forma básica, es invertir el orden del protocolo A y B.

4.1.2.2 BUSCAR LOS MANUALES DE LAS PRUEBAS SELECCIONADAS Y CONFECCIONAR UNA FICHA TÉCNICA BREVE, DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA EVALUACIÓN:

Se procederá a describir las tareas cognitivas, a fin de conocer sus características, funciones, variables, etc., Para ello se utilizó el manual en español y el artículo de revisión, no obstante, no fue necesario buscar mayor información de la prueba de categorización visual, debido que la descripción del contenido cumple con los fundamentos teóricos y referencias bibliográficas que permiten implementar la metodología propuesta por el autor.

Trail Making Test: La prueba de sendero (Trail Making Test) consiste en dos partes, La parte A, el participante debe conectar con un segmento de línea una secuencia de círculos que van desde el número 1 al 25, por otro lado, en la Parte B, se conectan los círculos, pero incluyen números (1 al 13) y letras (A - L), es decir el participante debe dibujar segmentos de líneas para conectar los objetivos en un patrón ascendente, pero, alternando un número y después una letra (es decir, 1-A-2-B-3-C, etc.). Los indicadores son la cantidad de error cometido y el tiempo total que transcurrió al participante realizar la prueba [45]. Las áreas involucradas se encuentran relacionadas a la activación frontal dorso lateral y medial izquierda para el test parte A. Mientras, para test de la parte B la participación de la corteza prefrontal lateral (hemisferio izquierdo) [46].

Bell Test: En una hoja de carta (11x8.5 pulgadas), se distribuyen dibujos de 280 distractores (casas, caballos, etc.) y 35 objetivos (campanas), se le pide al participante que encuentre y encierre rodeando en un círculo los objetivos lo más rápido que pueda. El examinador registra el número total de campanas detectadas y el tiempo que transcurrió al realizar la prueba. La omisión de más de 6 campanas en el lado izquierdo o derecho de la hoja, es un detector de problema cognitivo. El área involucrada, son las vías que proporcionan información espacial que se dirigen desde el lóbulo occipital al lóbulo parietal formando la vía visual dorsal [47].

La tarea de categorización visual es una prueba cognitiva asociada a la velocidad de procesamiento de la información visual, la cual, es administrada en un tiempo de 5 minutos, consiste en observar y clasificar, en una fracción de segundos, una serie de imágenes del tipo animales y elementos inanimados o paisajes (50

animales y 50 no animales). El participante debe reconocer la imagen en pantalla y después unos intervalos que funcionan como inhibidores, seleccionar la opción con la siguiente pregunta: ¿Qué observa es un animal o no animal?, Ahora bien, cada estímulo se genera en un rango de 100 ms a 120 ms, seguidamente, se muestra un intervalo llamado Inter estímulo (ISI) de 20 ms, continuando con una máscara de ruido blanco dinámica (250 ms) y, por último, la pregunta de categorización ya mencionada.

El área involucrada es visual, mental y motora [48]. Sus áreas involucradas se encuentran: corteza visual primaria, área de Wernicke (por comprensión de la tarea a realizar) y corteza motora (primaria o secundaria).

Cuestionario de valoración emocional:

Escala de ansiedad de Hamilton (Hamilton Anxiety Scale): Se trata de un cuestionario de 14 ítems que distingue y valora el grado frecuencia e intensidad de síntomas endémicos en un cuadro ansioso. La Escala se divide en 13 ítems referentes a la manifestación propia del estado emocional, y el último ítem valora la disposición y comportamiento del paciente al culminar con la entrevista. Además, los ítems se dividen en dos tipos de ansiedad: Psíquica y somática. El método de calificación considera un puntaje de 0 a 4, de modo que un rango bajo corresponde a la ausencia del criterio formulado. Ahora bien, cada pregunta describe los criterios en conceptos breves o definiciones que son significativamente influyentes en la severidad de la ansiedad [49].

Escala de depresión geriátrica Yesavage (GDS): Se trata de un cuestionario empleado para el tamizaje de la depresión en personas de mayor edad. Existen tres formatos que consta de 30 preguntas, una versión abreviada de 15 y de 5 ítems. Las respuestas son de carácter dicotómicas, para la versión de 30 preguntas un puntaje de 11 o más respuesta sugiere una posible depresión[50]. El instrumento tiene una sensibilidad y especificidad del 80 -95% [51]. Las áreas involucradas para medir depresión en las personas son: amígdala, corteza cingulada, corteza prefrontal y el hipocampo [52].

Ficha: Trail Making Test A		FICHA: ICA TEST		FICHA: BELLS TEST	
Autor	Ralph Reitan	Autor	Seyed-Mahdi K	Autor	Gauthier, Dehaut y Joanne en 1989.
Aplicación:	Niños/adulto/ ancianos	Aplicación	Población en ge	Aplicación	Población en general
Item	Practica (1) Evaluación (1)	Descripción	Prueba de veloci detectar probl una demencia	Descripción	Prueba de cancelación, evalúa la negligencia visual en el espacio personal, adicional, cercano.
Materiales	Cronometro Lápiz y papel	Tarea	El participante c que puede obser	Tarea	En una hoja tamaño carta compuesta por 280 distractores y 35 objetivos, se debe identificar, los objetivos rodeando con un círculo.
Tarea	Conectar de forma ascendente 25 círculos.	Item	Practica interact	Item	Un ítem de práctica, otro de evaluación y pauta.
Reactivos	25 círculos enumerados	Materiales	Dispositivo tecn Teclado, pantall	Materiales	Lápiz, hoja de a prueba y cronometro
Administración	Examinador guía el proceso	Reactivos	Imágenes que segundos	Reactivos	Objetivos (campanas)
Notificación o Interacción del examinador	Lectura de la prueba. Afirmar comprensión Si el paciente comete error volver al último círculo conectado. No detiene cronometro si hay error	Tiempo	5 minutos	Tiempo	5 minutos
Indicadores	Tiempo (segundos) Numero de error Omisión (3,4,5,7) falla atención	Administrador	Examinados, té	Administrador	Examinador lee la instrucción Examinador anota el orden de las campanas y distractores identificados.
Puntuación	Puntuación máxima de 100 segundos	Notificación	Solo cuando fin	Notificación	Instrucción de la prueba y guía en el proceso ¿Está seguro, que encontró todos los objetivos?
Dominios	velocidad psicomotora y seguimiento	Indicador	Algoritmo para Detección de m	Indicador	Puntuación máxima: 35 Omisión > 6 campanas = déficit
Link Instrucción	https://www.center-tbi.eu/files/approved-translations/Spanish/SPANISH_TMT.pdf	Puntuación	Formulas, Canti Registro de ejec	Puntuación	Numero de total de campanas acertadas Tiempo total para completar
		Dominios	Velocidad de p visual.	Dominios	Atención
		Link	https://link.springer.com/article/10.3758/s13414-013-0436-y	Link	https://strokengine.ca/en/assessments/bells-test/

Tabla 6: Fichas técnicas de las evaluaciones. Fuente: elaboración propia.

4.1.2.3 DESCRIBIR LOS REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN, PROPUESTA, ALGORITMOS Y DIAGRAMA DE ESQUEMAS.

4.1.2.3.1 MATERIALES: REQUERIMIENTO DEL SOFTWARE Y HARDWARE

Respecto al Hardware

La aplicación se desarrolló en un notebook Lenovo Yoga 500 con Windows 10 Home y un procesador Intel® Core™ i3- 5005U CPU de 2.00 GHz con 4,00 GB de RAM compatible con función de pantalla táctil. La función de entrada táctil permite probar la tarea desarrollada con el dedo índice. En paralelo, se prueba el funcionamiento del mouse como entrada de datos. Ahora bien, la pantalla tiene una frecuencia de actualización de 60 Hz, por ende, cada estímulo se encontrará limitado por un tiempo de 16.667 ms. [53]

Respecto al software:

Se escoge la Plataforma de Psychopy (<https://www.psychopy.org/>), por orientación del docente. La plataforma permite programar las tareas cognitivas en dos modalidades, la primera en la interfaz gráficas (GUI) y la segunda directamente en código utilizando el lenguaje Python. Entonces, se escogen las dos estructuras de programación debido a que la interfaz permite ejecutar la prueba en un servidor y la programación en código, ayuda a mejorar las características del software, por ende, se utilizó el lenguaje de interpretación Python versión 3.8.10 mediante el entorno de anaconda. Siendo necesario instalar librerías científicas como Numpy, Scipy, Psychopy, Pygame, para poder presentar estímulos, controlar el tiempo, obtener datos de cada prueba y procesar la información de los resultados. Por lo cual, es un lenguaje compatible con varias plataformas. Además, se utilizó Matlab para procesar imágenes.

4.1.2.3.2 PROPUESTA DE LA APLICACIÓN:

Narrativa de la aplicación:

La aplicación está diseñada en base a la interfaz intuitiva de Psychopy. La aplicación permite ingresar la información del participante, pero, a modo de simplificar, se restringen algunos datos del usuario y solo se permite el ingreso de un Identificador (ID) mediante un cuadro de diálogo, ya que, la información demográfica se almacenará en los cuestionarios, de esta manera el acceso a la prueba es más rápido. Ahora bien, es importante la verificación del ID, ya que, el dato permite conectar la información demográfica de la persona con los resultados de la prueba. Continuando con el flujo de la aplicación, en el siguiente apartado, se visualizarán las instrucciones caracterizadas por la brevedad de información, con contenido visual y fácil de comprender, solo es necesario invertir unos pocos minutos. Para reforzar las instrucciones, la evaluación incorpora un ensayo en que el usuario interactúa con el programa y desarrolla una pequeña y similar prueba de la tarea cognitiva. Una vez completada la demostración, comenzará el test y en este punto el examinador no debe intervenir, sólo en aspectos técnicos, etc. Por último, el programa despliega en pantalla un saludo de gratificación y la información es almacenada en la base de datos con un formato de archivo .CSV, por ende, el registro contendrá información demográfica y datos brutos sin procesar. En el siguiente diagrama se observa el flujo del trabajo:

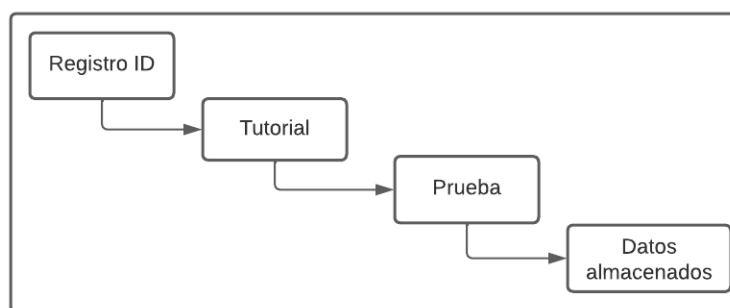


Ilustración 3: Diagrama de la interfaz, Fuente: elaboración propia.

Flujo de trabajo de las tareas cognitivas

PANTALLA DE INICIO	Involucra la interfaz para el registro de usuarios e ingreso a la aplicación.	Para el propósito del trabajo, solo la información general del participante es de importancia y es utilizada como variable categórica para representar a la población objetivo [54].
TUTORIAL	Instrucciones visuales con recursos de imagen y un entorno de fácil comprensión lectora y práctica como reforzamiento.	Para las instrucciones se empleó el documento en español de la prueba original, de esta forma disminuye la interpretación. Los números son universales, no presentan ambigüedad, por ende, disminuyen los errores de estandarización.
PRUEBA	Especificaciones de los recursos.	Considera el sistema de estímulos.
ALMACENAMIENTO DE DATOS	La información resultante es almacenada en la plataforma, en un archivo con extensión .CSV.	Los datos deben ser legibles y accesibles para el evaluador y la información se utilizará para un posterior análisis.

Tabla 7: Flujo general de la aplicación. Fuente: elaboración propia.

4.1.2.3.3 PROPUESTA DE ADAPTACIÓN DE LA PRUEBA (PROBAR LA FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA):

Bloque	Trail Making Test (A/B)	Bells Test	Categorización visual
PANTALLA DE INICIO	Solo se hará uso del ID de la persona, es decir, el nombre completo para identificar los resultados de la prueba	Solo se hará uso del ID de la persona, es decir, el nombre completo para identificar los resultados de la prueba.	Solo se hará uso del ID de la persona, es decir, el nombre completo para identificar los resultados de la prueba
TUTORIAL INSTRUCCIONES	Se agregan 3 bloques de instrucciones con la función de navegación, es decir, avanzar y retroceder. Las instrucciones inicialmente son solo de carácter visual, breve, con recursos de imágenes.	Se agregan 2 bloques de instrucciones con la función de navegación, es decir, avanzar y retroceder. Las instrucciones inicialmente son solo de carácter visual, breve, con recursos de imágenes.	Se agregan 1 bloques de instrucciones con la función de navegación, es decir, avanzar y retroceder. Las instrucciones inicialmente son solo de carácter visual, breve, con recursos de imágenes.
TUTORIAL ENSAYO	El ensayo tiene la misma funcionalidad de la prueba, la diferencia radica en el número de objetivos y no existe registro de datos.	En el ensayo el usuario puede dibujar libremente, encerrando una campana en un círculo, se utilizó la parte práctica del test.	En el ensayo el usuario puede practicar con 10 imágenes.
PRUEBA	Se escoge la versión original del test y se redimensiona de manera que se ajuste a la pantalla.	Se escoge la versión original del test, la imagen de la prueba se redimensiona y para detectar los objetivos se hace un procesamiento de imagen.	Se escogen 100 imágenes, 50 animales y 50 de no animales, tal como en la prueba original. Para cada imagen, se realizó un procesamiento, siguiendo los pasos de la metodología del artículo.
DATOS	Se almacenan los errores individuales y totales, el tiempo total de ejecución de la prueba, las posiciones detectadas cuando se presiona la pantalla. Por último, la posición de cada objetivo.	Se almacena la posición cuando el mouse o el área de contacto presiona una campana y el tiempo total de la prueba.	Se almacenan los tiempos de reacción de la prueba para cada imagen clasificada. La dirección que identifica la opción.

Tabla 8: Propuesta de las pruebas cognitivas. Fuente: elaboración propia.

PROPUESTA PRUEBA DE SENDEROS (TRAIL MAKING TEST):

La aplicación se divide en dos bloques generales, en primer lugar, dedicada a obtener las coordenadas de la versión original del test, ya que, el propósito inicial es proporcionar un prototipo funcional. En segundo, el programa que ejecuta la prueba. A continuación, se observa un diagrama con los puntos relevantes en el desarrollo de la evaluación.

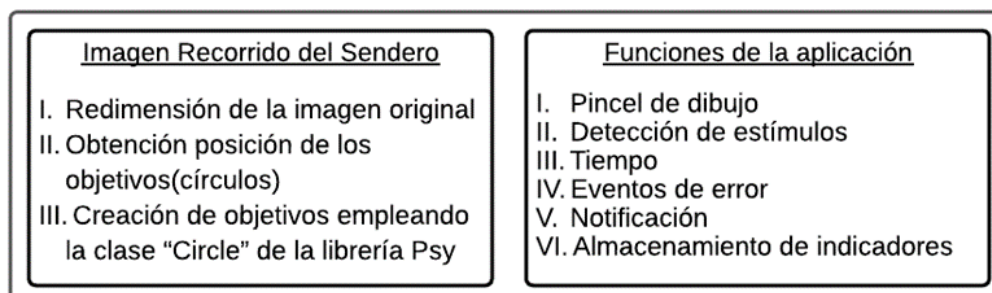


Ilustración 4: Esquema de la prueba Trail Making Test. Fuente: elaboración propia.

Procesamiento de la imagen:

“El algoritmo se explica de manera genérica, ya que, el proceso involucra una extensión mayor del trabajo”. Se utilizó la imagen original del test para crear los senderos, cambiando la resolución original para ajustar la pantalla del dispositivo [55]. Seguidamente, se detectan los círculos mediante sus bordes y en cada objetivo (círculos), se dibuja un punto rojo en la posición central [56]. Es decir, el algoritmo permite encontrar el momento del área circular junto con las coordenadas del píxel central[57] . Finalizando, se obtuvieron las posiciones y mediante la clase Circle de la librería Psychopy se generaron los objetivos [58]. A continuación, se observa el resultado del procesamiento.

Detección de las posiciones para la parte A y B de la prueba de sendero:

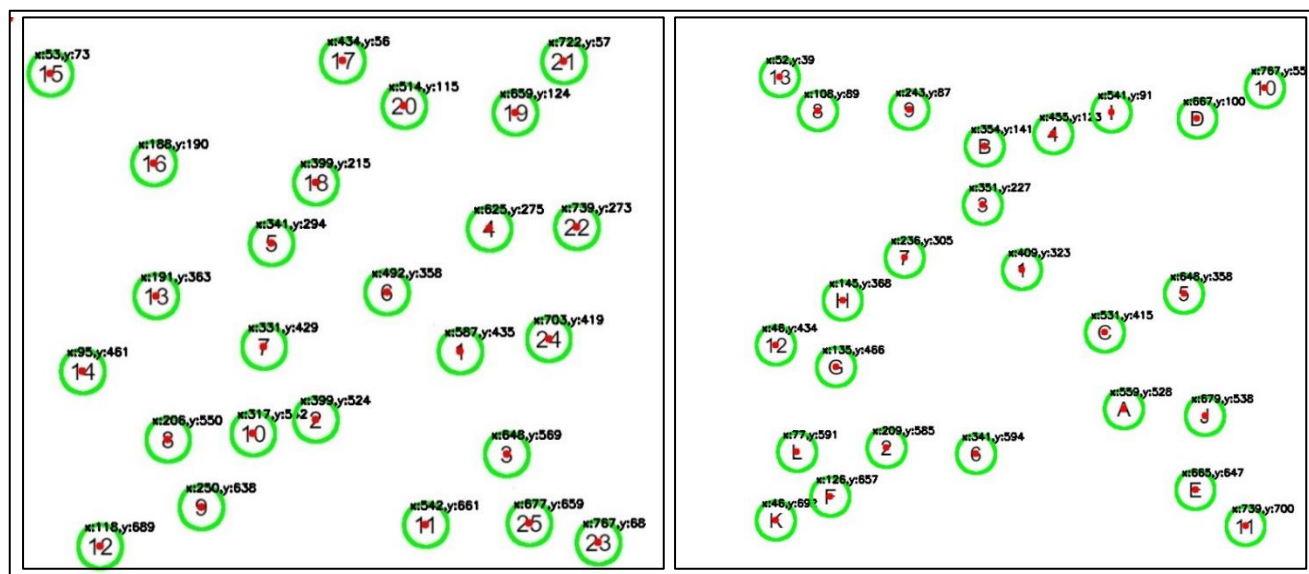


Ilustración 5: Aplicación y detección de las posiciones en el espacio de los objetivos.

A continuación, se describe en detalle propuesta de cada prueba de evaluación cognitiva:

Bloques	Trail Making Test
Pantalla de inicio	Se mantienen las características propias de Psychopy respecto a la plataforma online.
Instrucciones	<p>Representación de instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textual, recurso visual y funcional. • Si el usuario no desea ver las instrucciones debe presionar el botón [SEGUIR]. <p><u>INSTRUCCIONES DEMOSTRACIÓN:</u></p> <p>Instrucciones para la parte A La prueba se conforma de varios círculos llamados objetivos y en cada uno de ellos se encuentra un número en su interior. Su labor consiste en unir con líneas desde el primer objetivo marcado como [INICIO] hasta el objetivo número 8 denominado [FIN]. Debe enlazar los círculos en orden correlativo, es decir: [1,2,3,4,5,6,7,8]. No debe romper la secuencia, ya que, se cuenta como error.</p> <p>Instrucciones para la parte B En esta nueva hoja existen números y letras, La tarea consiste en comenzar dibujando una línea desde el número uno (señalando en el círculo como INICIO) hasta el círculo que contienen la letra 'D' (cartel 'FIN'). Se debe unir el trazado de línea intercalando entre número y letras, en orden alfabético y con su respectiva secuencia, es decir 1-A ,2-B,3-C,4-D. Recuerde que no debe dejar de presionar y debe apresurarse en llegar al círculo con el cartel 'Fin'.</p> <p>Instrucciones tanto parte A y B <u>Describiendo errores en la instrucción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se comete un error cuando se dibuja un trazado y es soltado el periférico. • Al conectar incorrectamente la secuencia numérica de los objetivos. (regresar a un número anterior o saltarse el orden numérico) <p>Para ambos casos debe rectificar continuando o volviendo al círculo correctamente conectado.</p> <p>El test finaliza cuando se alcanza el último objetivo, luego de haber conectado en el orden correcto los demás círculos o después de un tiempo de espera de 5 minutos. Aparecen pivotes que indican la validación del primer objetivo. Para comenzar un ensayo presione INICIAR.</p> <p><u>INSTRUCCIONES DE LA PRUEBA</u></p> <p>Instrucciones parte A En la siguiente pantalla existen círculos numerados del 1 al 25, usted debe conectar los círculos de forma ascendente tal como se realizó en ensayo anterior, manteniendo la presión en la pantalla para dibujar. Se aplican las mismas reglas que el tutorial ya sea errores, rapidez en terminar la ruta, no soltar la presión del periférico, etc. Recuerde: Los pivotes son indicadores que ha iniciado la prueba, si no aparecen vuelva a presionar al cartel inicio.</p> <p>Instrucciones parte B En esta pantalla existen 25 círculos, pero esta vez con números y letras. Debe conectar tal como lo realizó en el ensayo, alternando número y letra (primero un número y luego una letra). Si llega a cometer un error vuelva al último número o letra conectado correctamente. Se aplican las mismas reglas que el tutorial (errores, rapidez en la ruta, no soltar el periférico). Recuerde: Los pivotes son indicadores que ha iniciado la prueba, si no aparecen vuelva a presionar al cartel inicio.</p>
Mensaje de notificación	<ol style="list-style-type: none"> 1) Se notificará al usuario cuando el sistema detecte un error, guiándose por medio de un recurso visual, es decir, un dibujo de una cruz roja posicionado en el objetivo conectado incorrectamente. Para reanudar la ejecución de la prueba el participante debe volver al último objetivo conectado correctamente o conectar la secuencia en el orden correspondiente. 2) La notificación de error continuará a menos que el usuario cumpla las condiciones del párrafo anterior y no podrá seguir con las demás pruebas. 3) Al finalizar el test, el sistema reproduce un mensaje de cumplimiento: "Gracias por participar de esta prueba".
Cursor	<ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Dibujando trazos en los objetivos:</u> Para dibujar en la pantalla, se debe mantener presionado el área del objetivo, no obstante, una vez soltada la presión, no se dibuja.

	2) <u>Área de contacto:</u> El algoritmo simula la acción de la función de un lápiz normal, el uso del mouse es incómodo para algunas personas, ya que, el hecho de mantener presionado y desplazar el cursor, requiere coordinación, por ende, es recomendable utilizar una pantalla táctil.
Evento de error	1) Se enumera como error, si el usuario se encuentra dibujando la ruta y suelta el contacto del dispositivo o en el caso de usar un mouse dejar de presionar el botón derecho. 2) Si el usuario conecta un objetivo en orden incorrecto a la secuencia especificada en las instrucciones. 3) Si el usuario repite un objetivo ya correctamente conectado, es decir, retrocediendo a cualquiera de los objetivos anteriores acertados.
Tiempo	1) El cronómetro comienza cuando el participante presiona el botón INICIAR y finalizar con el último objetivo del cartel denominado 'FIN' (referencia) 2) El tiempo entre objetivos se almacena. 3) El cronómetro sólo se detiene cuando finaliza la prueba o cuando lo decida el participante, se eliminó la condición de término de la prueba después de 5 minutos de ejecución. 4) En caso de error, el tiempo continúa transcurriendo y esto generará peores resultados.
Almacenamiento	La información de la prueba se almacena en un archivo de extensión .CSV.

Tabla 9: Cuadro de las características funcionales de la prueba. Fuente: elaboración propia.

En el siguiente el diagrama de bloque, se muestra el algoritmo empleado para el desarrollo del Trail Making Test:

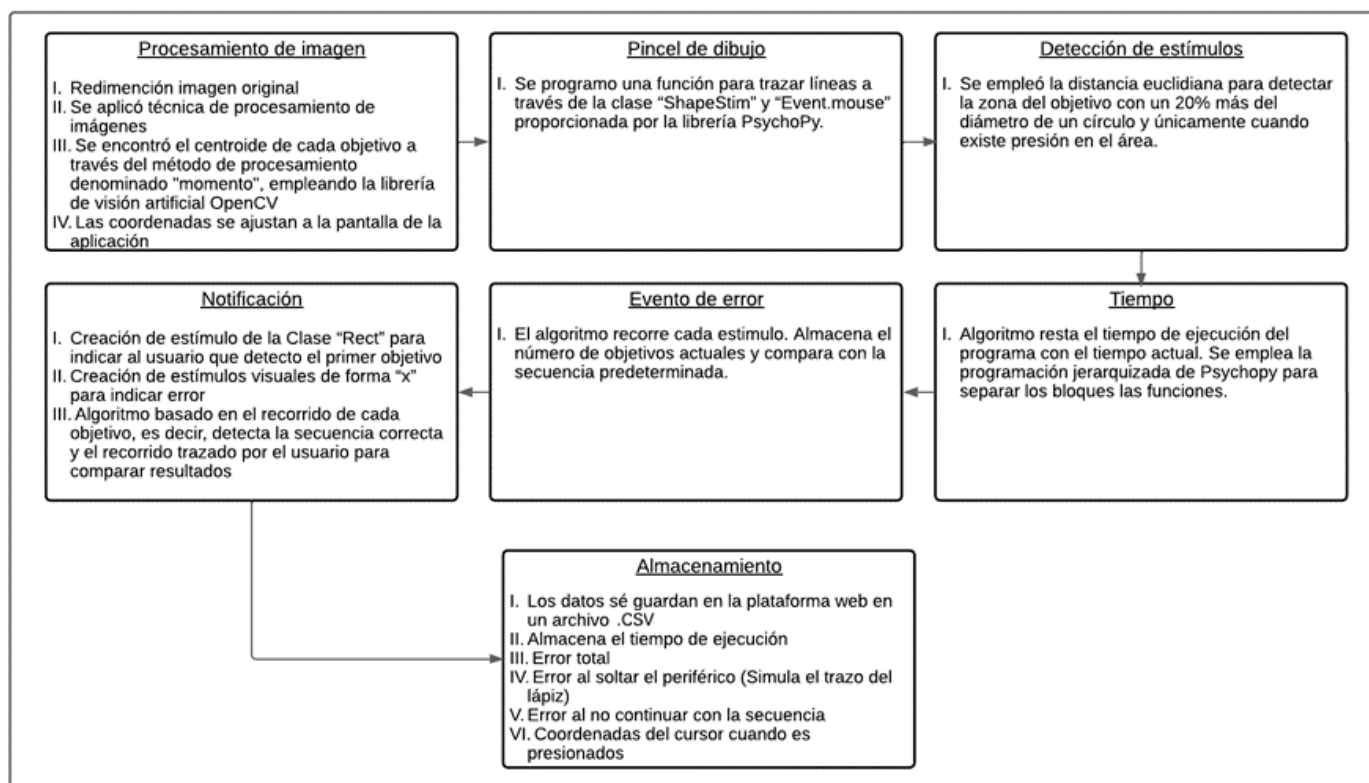


Ilustración 6: Diagrama de bloques de la prueba de sendero

PARA LA APLICACIÓN BELLS TEST SE DETALLA SUS REQUERIMIENTOS:

La aplicación Bells Test consiste en dos grandes etapas, el procesamiento de la imagen para mantener la equivalencia de la prueba original y las funciones del sistema. A continuación, se detalla las etapas en el siguiente diagrama de bloque.

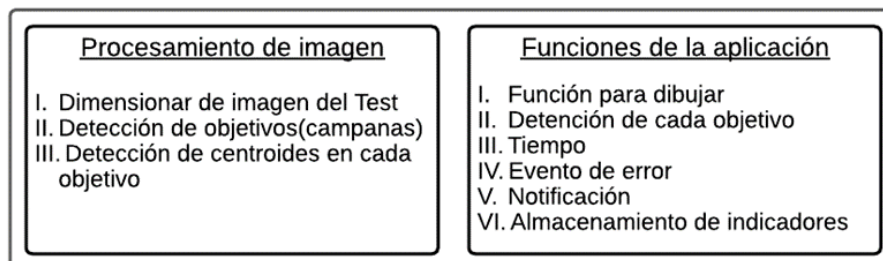


Ilustración 8: Secciones de la prueba Bells Test

En la etapa del procesamiento:

“De manera general se explicará el algoritmo debido a que implica una mayor extensión del trabajo”. La imagen original (11.5x8.5 pulgadas) se redimensiona para obtener una máxima resolución en la pantalla del dispositivo [55]. Seguidamente, para la detección de los objetivos (campanas) se utiliza una técnica de procesamiento de imágenes denominada “método de plantillas”, es decir, a partir de una imagen llamada plantilla se compara la información con una imagen base (el grado de similitud se ajusta con un umbral) y luego, se detectan los bordes dibujando un contorno rectangular en las campanas [59]. Finalmente, se aplica una técnica, “el momento” (Referente a física mecánica) para determinar la posición (x, y) del centro de cada campana y se ingresan las coordenadas al software [57].

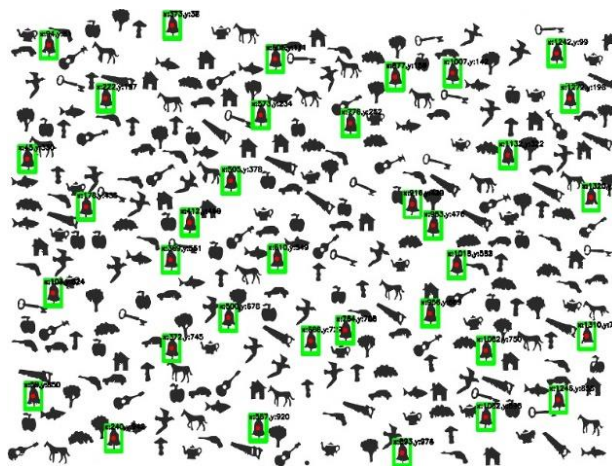


Ilustración 9: Detección de cada objetivo y el centroide

Para las funciones del programa:


Bloques	Bells Test
Pantalla de inicio	Se mantienen las características propias de PsychoPy en la plataforma online.
<p data-bbox="224 447 380 474">Instrucciones</p> <p data-bbox="180 478 423 495">Ensaye en esta hoja encerrando la campana.</p> 	<p data-bbox="453 331 769 359">Representación de instrucciones:</p> <ul data-bbox="505 363 1279 415" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="505 363 889 390">• Textual, recurso visual y funcional, <li data-bbox="505 394 1279 422">• Si el usuario no desea ver las instrucciones debe presionar el botón [Seguir]. <p data-bbox="453 426 581 453">TUTORIAL:</p> <p data-bbox="453 457 878 485"><u>INSTRUCCIONES PRUEBA BELL TEST:</u></p> <p data-bbox="453 489 1422 636">En la siguiente página se muestran distintos objetos, debe nombrar cada uno de ellos en voz alta para reconocer distractores y objetivos (Campana). Su tarea consistirá en rodear con un círculo, independiente la forma ya sea si es un óvalo o una figura similar a una circunferencia, todas las campanas que en frente suyo pueda encontrar, esto lo debe realizar lo más rápido que pueda. Para hacerlo debe presionar sin soltar el mouse, si emplea una pantalla táctil, debe usar el dedo índice o un lápiz óptico.</p> <p data-bbox="453 667 574 695">TUTORIAL</p> <p data-bbox="453 699 873 726">Ensaye en esta hoja encerrando la campana.</p> <p data-bbox="453 730 1284 758">Cuando presione el botón inicio comenzará la prueba, junto con el contador de tiempo.</p>
Mensaje o notificación	Cuando el participante considere que ha alcanzado todos los objetivos, debe presionar el botón [>] y se notificará un mensaje: ¿Está seguro que encontró todos los objetivos? La segunda notificación ocurre cuando finaliza la prueba entregando un mensaje de gratificación.
Cursor	<p data-bbox="453 833 1448 886"><u>Función dibujar para rodear los objetivos con círculos:</u> Para dibujar en la pantalla, se debe mantener presionado el área del objetivo, no obstante, una vez soltada la presión, no se dibuja.</p> <p data-bbox="453 890 1425 968"><u>Área de contacto:</u> El algoritmo simula la acción de la función de un lápiz normal, El uso de un mouse es incómodo para algunas personas, es recomendable utilizar una pantalla táctil, ya que, el hecho de rodear un área con un círculo dará una mayor definición de contacto.</p>
Almacenamiento de indicadores	<ol data-bbox="453 974 980 1050" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="453 974 878 1001">1). Tiempo total de ejecución de las pruebas <li data-bbox="453 1005 808 1033">2). Cantidad de campanas detectadas <li data-bbox="453 1037 980 1064">3). Posición o coordenadas de las campanas detectadas

Tabla 10 : Funciones propuesta para la prueba de campanas

A continuación, en el siguiente diagrama de bloque se observa el algoritmo empleado para el desarrollo del Bells Test. El algoritmo de la aplicación, se encuentra dividido en dos partes como se mencionó anteriormente, la primera parte consiste en realizar un preprocesamiento en la imagen de la versión original para obtener las características, es decir, escalar la imagen a la pantalla del dispositivo y obtener las coordenadas de cada objetivo, de esta manera, se mantiene la consistencia de la prueba. En segundo lugar, se enfoca a las propiedades funcionales del Test.

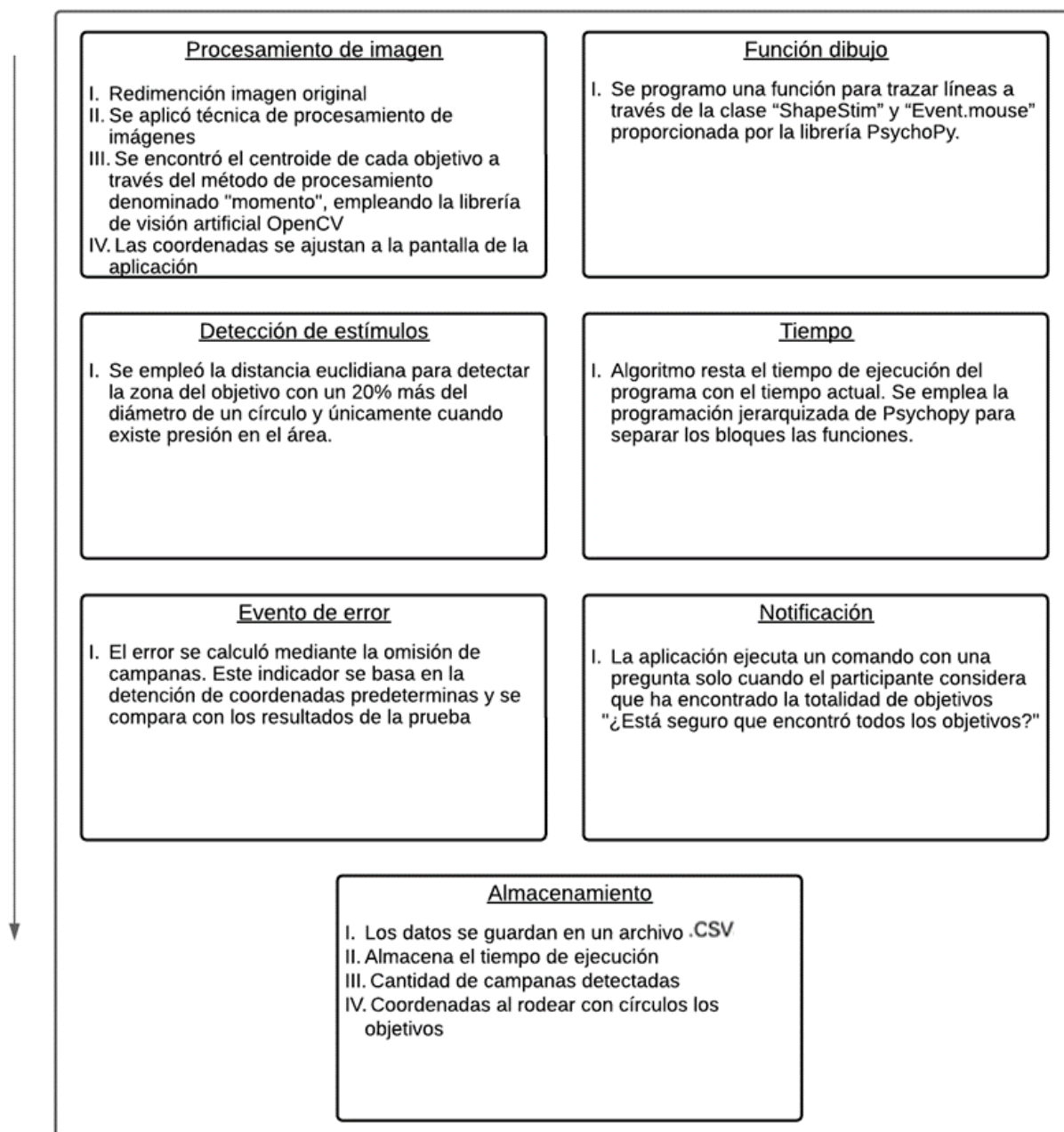


Ilustración 10: Diagrama de bloques de la prueba

TEST DE CATEGORIZACIÓN:

Esta prueba se estructura en 2 etapas, en primer lugar, se realizó una selección de imágenes de una biblioteca científica, y a cada una, se efectuó un procesamiento relacionado al nivel contraste, seguidamente, se programa la aplicación en base a la metodología del artículo. A continuación, en la figura se observa las dos etapas propuestas y puntos relevantes del desarrollo de la aplicación:

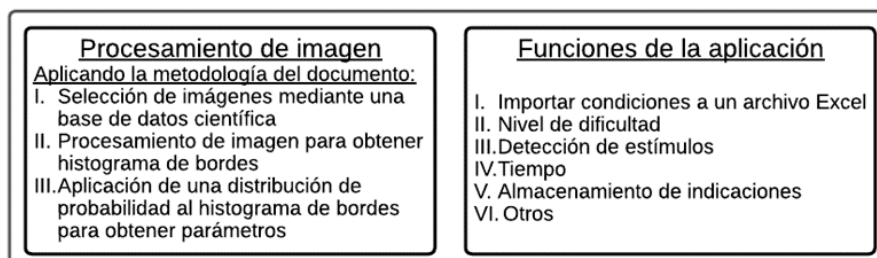


Ilustración 11: La prueba se divide en dos secciones

Procesamiento de imagen, una breve explicación:

Las imágenes de escenas naturales son complejas, ya que, contienen gran cantidad de estructuras, además, las propiedades de la imagen son influenciadas en torno a su iluminación, contraste, frecuencia y orientación. Para la percepción humana, el contraste es de vital importancia, ya que, permite revelar la superficie y las estructuras geométricas. Por tanto, la distribución de contraste en un gran número de escenas natural a lo largo de su histograma de bordes tiende a ajustarse a una distribución de probabilidad denominada “Weibull”, la cual, presenta parámetros que se ajustan al ancho y la forma del histograma. El parámetro β describe el ancho del histograma que es variable con la distribución de las intensidades del contraste y el segundo parámetro γ describe la forma del histograma que cambia su valor con el desorden de la escena. Por lo tanto, los parámetros de Weibull aumentan en peso cuando la imagen se encuentra desordenada. Ahora bien, los parámetros permiten predecir la variación de la actividad visual, la percepción y clasificar las imágenes por su nivel de dificultad [60]–[62].

Por lo tanto, se describe el procedimiento para obtener los parámetros:

Procedimiento	Descripción
Selección imágenes de carácter animal y no animal.	En primera instancia se obtienen un conjunto de 100 imágenes de la base de datos divulgada por el autor <u>Antonio Torralba y Aude Oliva</u> , se escogen, ya que, al momento de tomar las fotografías se consideró el ángulo de inclinación, la luminosidad, contraste, etc. (Las imágenes presentan un tamaño de 256 x 256 pixel con 24 bit de profundidad) [63] http://cbcl.mit.edu/software-datasets/serre/SerreOlivaPoggioPNAS07/index.htm
Convertir imágenes en escala de grises	Las imágenes se convierten a una escala de grises utilizando el toolbox de Matlab
Creación filtro Gaussiano	Se creó un filtro gaussiano con una desviación estándar de 2 pixel (0.03°) para determinar el parámetro β y para determinar el parámetro de escala en 5 pixel (0.075°) $G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{\left(\frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma^2}\right)}$
Magnitud de gradiente	Al filtro gaussiano se le aplicó la derivada direccional para dos posiciones (x,y), y en cada dirección se realizó una convolución con la imagen obteniendo el gradiente, para luego encontrar la magnitud del gradiente. $\nabla^1 I(x, y, \sigma) = \sqrt{\left(I(x, y) \otimes \frac{\partial G(x, y, \sigma)}{\partial x}\right)^2 + \left(I(x, y) \otimes \frac{\partial G(x, y, \sigma)}{\partial y}\right)^2}$

Histograma de bordes	Generar un histograma de bordes en base a la magnitud del gradiente.
Ajustar distribución Weibull	Se ajusta al histograma de bordes a la, distribución Weibull $f(x) = c * \exp\left(\frac{x-\mu}{\beta}\right)^\gamma, c = cte$ Donde c es la constante de normalización y μ denota el parámetro de ubicación. β y γ invariancia de la iluminación, cada valor de contraste se normaliza (normalización del contraste para evitar la dependencia de la iluminación.) restando el valor de contraste más bajo. Esta normalización hace que la distribución de Weibull sea independiente del parámetro de ubicación, μ , y revela β y γ como parámetros libres para una imagen determinada.
Parámetros	Se obtienen los parámetros de escala y forma para clasificar la imagen.

Tabla 11: Proceso de obtención de parámetros de escala y forma de una distribución Weibull.

Ahora bien, en la siguiente imagen (Ilustración 12) se observa la aplicación del filtro de primer orden que permite resaltar los bordes y se generó un histograma con un ajuste de distribución de Weibull a fin de obtener los parámetros que caracterizan a las imágenes en base su contraste.

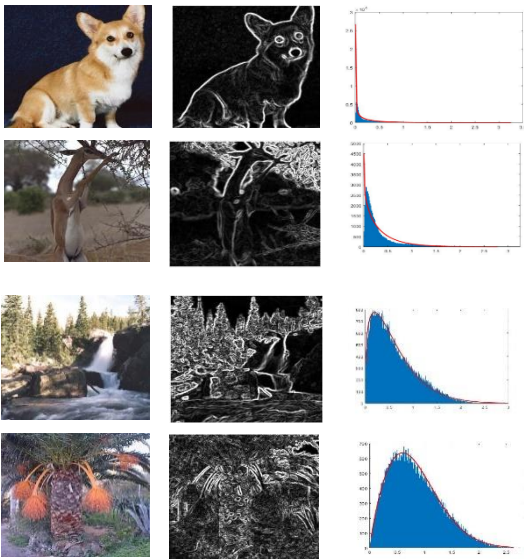


Ilustración 12: imagen del resultado de haber aplicado la metodología.

En la primera columna de la tabla 12, se enumera la imagen, en la segunda los resultados empíricos de la publicación en donde se obtuvo la biblioteca de fotografías (100% significó que los participantes pudieron detectar fácilmente el estímulo) y por último los parámetros de la distribución Weibull obtenido.

Imagen	Coincidencia animal	Escala - Forma
1	100 %	0.7309 - 0.9673
2	33 %	0.9009 - 1.0227
3	8 %	1.0177 - 1.5883

Tabla 12: Parámetros de escala y forma

Funcionamiento de la prueba:

A continuación, se describe las características funcionales del sistema de categorización visual:

Bloques	Test Categorización Visual
Pantalla de inicio	Se mantienen las características propias de Psychopy en la plataforma online.
Instrucciones	<p>Representación de instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textual, recurso visual y funcional. • Si el usuario no desea ver las instrucciones debe presionar el botón [Seguir]. <p>INSTRUCCIONES TUTORIAL CATEGORIZACIÓN VISUAL: A continuación, comenzará un ensayo sencillo de categorización visual, el cual consiste en clasificar una imagen respondiendo a la pregunta: ¿Observa un animal o no animal? Debe seleccionar una opción independiente si no se encuentra seguro, ya que, el tiempo es un predictor. Puede utilizar el teclado, si emplea el mouse o una pantalla táctil presione el círculo con su decisión. Una vez presionado el botón INICIO comenzará el ensayo. Cuando presione el botón inicio comenzará la prueba, junto con el contador de tiempo.</p> <p>INSTRUCCIONES PRUEBA CATEGORIZACIÓN VISUAL: A continuación, comenzará la prueba de categorización visual. Esto tomará sólo 5 minutos, asegúrese de contestar lo más rápido que pueda. Cuando esté preparado presione el botón inicio.</p>
Intervalo de tiempo	El proceso consiste en primera instancia, mostrar una imagen en tiempo de 100 ms , luego , en 20 ms un intervalo sin imagen , después una máscara de ruido (250 ms) y, por último ,categorizar la imagen presentada.
Mensaje o notificación	A parte de la pregunta que indica la clasificación de la imagen (Animal o no Animal). El diseño sencillo no presenta notificación adicional, ya que, no es necesario, el flujo de la aplicación permite comprender sin mayor problema los pasos a seguir.
Método de entrada	Para categorizar la imagen, el participante puede utilizar un computador o un dispositivo táctil. Si en el caso de uso de un Tablet, debe presionar el área circular con la palabra que identifique la imagen, en caso contrario, emplee un computador, debe presionar la tecla con flechas de derecha o izquierda, en caso de uso de un mouse el área determinada.
Nivel de dificultad	La dificultad se puede controlar: 1). Ingresando imágenes que presenten una distribución de objetos desordenados. 2). Disminuir el tiempo de presentación de los estímulos en pantalla. 3). Aplicar el método de la escalera que consiste: Cada vez que se comete un error, se ingresan más imágenes con dificultad, en caso contrario el nivel de dificultad es disminuido.
Almacenamiento de indicadores	Se almacenan en un archivo .CSV Tiempo de reacción al presentarse el estímulo. Cantidad de imágenes categorizadas correctamente
Procesamiento de la información	Se obtiene el puntaje dependiendo de las siguientes fórmulas: $Precisión = \frac{N^{\circ} \text{ correcto categorizado}}{\text{Total } n^{\circ} \text{ de imágenes}} \times 100$ $Velocidad = \min \left[100, 100 \times e^{\frac{- \text{Mean correcto RT}}{1025}} + 0.341 \right]$ $CGN_{ICA}Score = \left(\frac{Velocidad}{100} \times \frac{Precisión}{100} \right) \times 100$

Tabla 13: Funcionamiento de la prueba de categorización.

Por último, se describe los bloques que resumen el proceso:

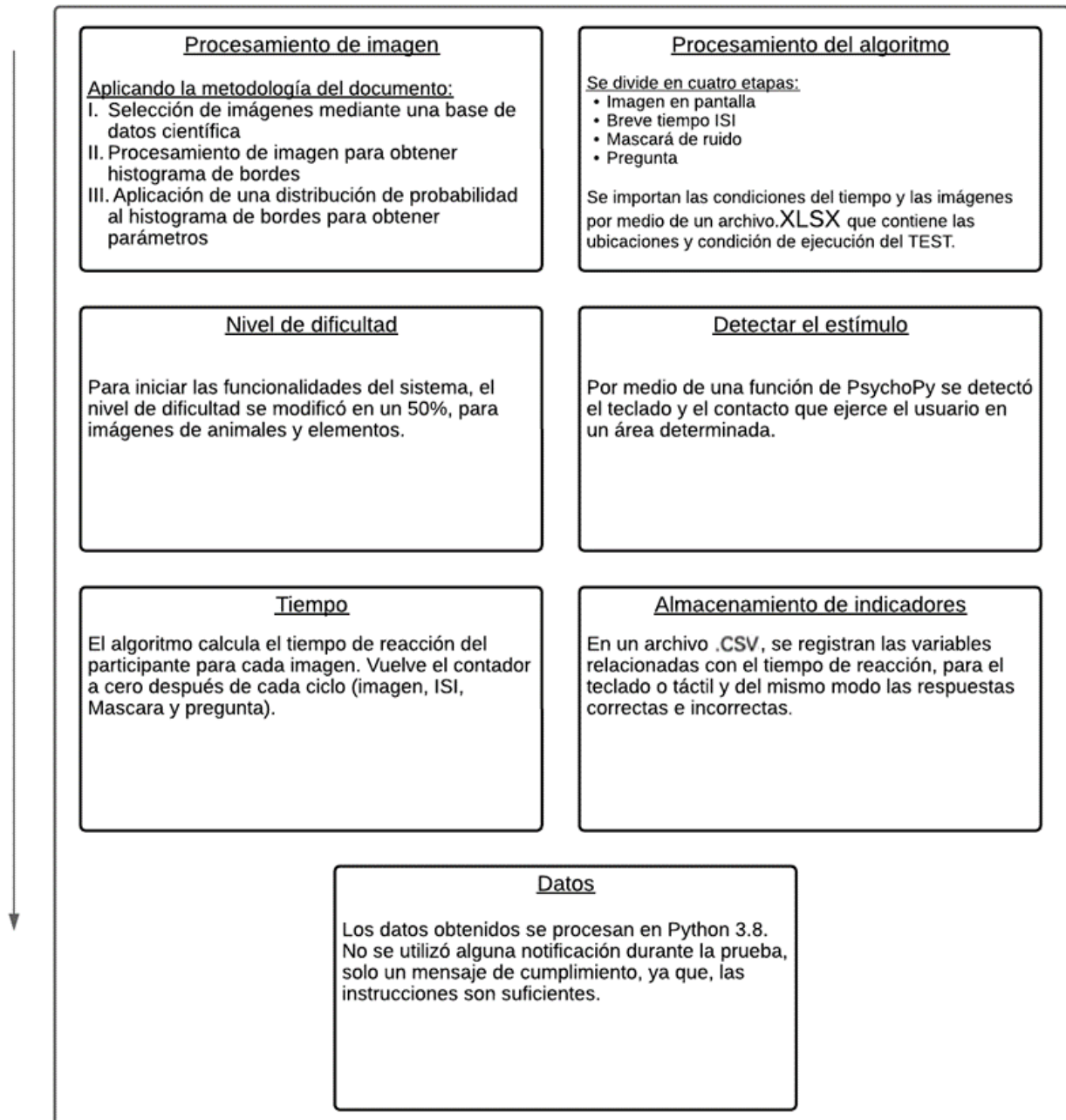


Ilustración 13: Diagrama de bloque de la prueba de Categorización visual

4.1.2.4 DIAGRAMAS DE FLUJO DE LAS PRUEBAS:

Diagramas de flujo de cada Test:

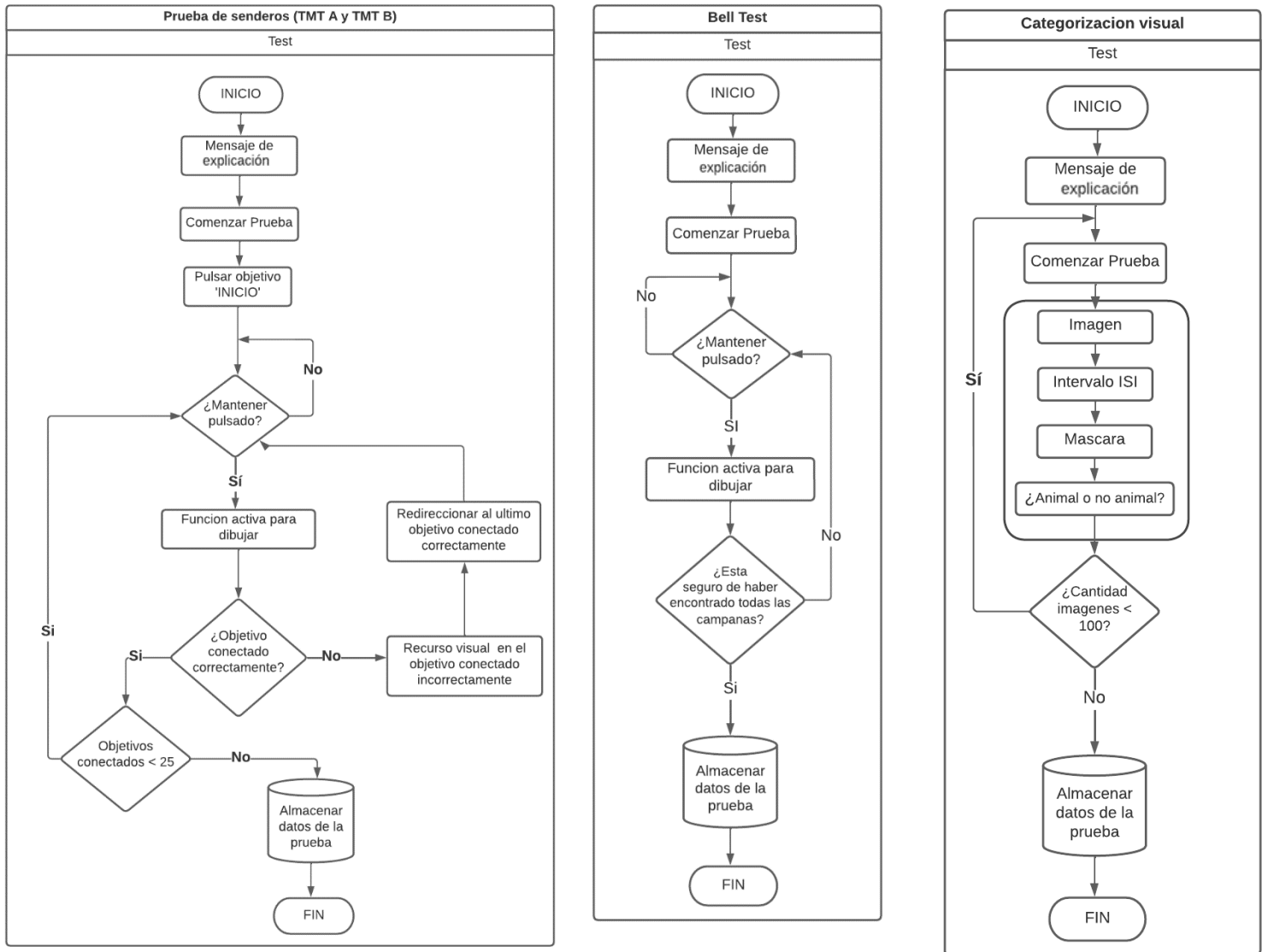


Ilustración 14: Diagramas de cada prueba

4.1.3 **OBJ 4:** REALIZAR PRUEBAS DE USABILIDAD Y DE EXPERIENCIA DE USUARIO, CON LOS TEST DIGITALES IMPLEMENTADOS:

1. Describir el modelo teórico de usabilidad y experiencia basado en las necesidades de la población objetivo.
2. Preguntas de usabilidad y experiencia de usuario.

4.1.3.1 *Describir el modelo teórico de usabilidad y experiencia basado en las necesidades en la población objetivo*

El estudio TAM o Modelo de Aceptación Tecnológica por Fred Davis, se utiliza en el sistema de información respecto a la interacción entre personas, procesos algorítmicos, datos y tecnologías. De esta manera, es posible mencionar que el factor primordial para identificar la aceptación tecnológica es la determinación del uso de un sistema en los usuarios, siendo explicada por medio de la motivación del usuario, influenciadas por el incentivo externo consistente a las capacidades y características del sistema.

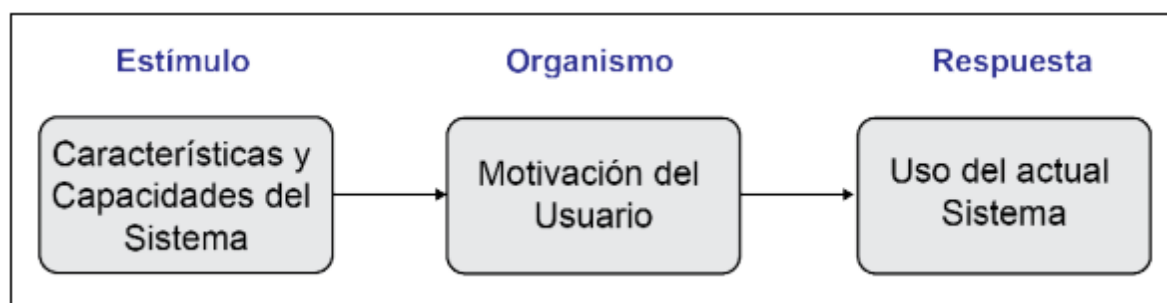


Ilustración 15: Modelo TAM de Davis. Fuente: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/116204/TCCC1de1.pdf?sequence=1>

De esta forma, Davis plantea que las motivaciones se pueden medir mediante tres factores:

- a) Facilidad de uso
- b) Percepción de utilidad
- c) Actitud alrededor del uso

Por otro lado, para evaluar la usabilidad y experiencia de usuario, son requeridos solo 5 usuarios, debido a esta cantidad permite encontrar aproximadamente entre el 65 y el 75% de los problemas importantes de usabilidad.

4.1.3.2 *Preguntas de usabilidad y experiencia de usuario.*

Se escogen preguntas en base a 5 hitos:

- Uso en general de la aplicación digital
- Claridad de las explicaciones proporcionadas
- Interfaz gráfica
- Satisfacción general y percepción del usuario
- Familiaridad del usuario con la tecnología

5. RESULTADOS

5.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS:

Población:

Personas mayores de edad, género femenino, con un nivel de educación secundario. En general, las personas no presentan problemas de salud mental que pudiese afectar en el resultado.

Datos	%	Media	SD	Rango
Edad(años)		65,6	7,436	(60-71)
Sexo Femenino (%)	100			
Nivel de educación(años)		8,6	1,949	(7-12)
Nacionalidad chilena (%)	100			
Lateralidad diestra (%)	100			

Tabla 14: %: porcentaje de ocurrencia, SD: desviación estándar, media y rango

5.2 CUESTIONARIOS Y APLICACIÓN:

Los cuestionarios fueron realizados en la plataforma de Formularios de Google (Google Forms). La página web permite crear, editar y administrar encuestas en línea de fácil acceso y a través de un link el cuestionario puede ser compartido. Cabe destacar la función dinámica para generar pregunta de índole dicotómicas, selección múltiple y respuesta textual.

La evaluación se envió por correo a un asistente y ella se dispuso a administrar las pruebas, ya que, las personas que se sometieron a la evaluación, tienen poca familiaridad con la tecnología. Se le presentó un documento de consentimiento y los participantes estuvieron de acuerdo con los puntos.

A continuación, se observa el flujo de la aplicación de manera gráfica:

En primera instancia, se les solicita los datos personales y luego se administra los dos cuestionarios de valoración emocional. En el siguiente link se puede acceder al cuestionario:

Link cuestionario: <https://forms.gle/uHPCkAsj8nALaKSb8>

Ilustración 16 : Flujo del cuestionario

En segundo lugar, se adjuntan al correo las pruebas de evaluación cognitiva desarrolladas en la plataforma de Psychopy y fueron distribuidas utilizando el sitio web www.Pavlovia.org, no es necesario que el usuario se registre en la página web, ya que, se puede generar los respectivos vínculos de cada tarea.

Siguiendo la metodología, la plataforma permite ingresar los datos del usuario, luego se creó una sección para leer las instrucciones y realizar un ensayo, seguidamente comienzan las pruebas y por último se obtienen los resultados en un archivo .CSV.

A continuación, se adjunta los links de las pruebas:

Para la prueba Trail Making Test:

Link : https://run.pavlovia.org/Carlosj90/trail_making_test

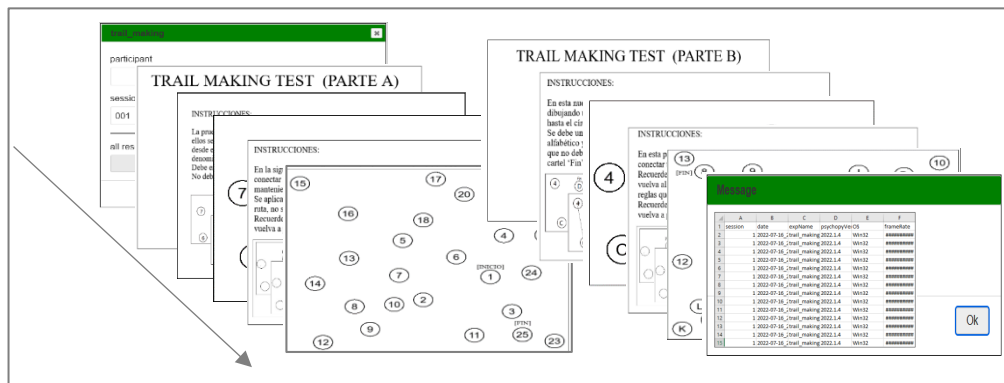


Ilustración 17 : Flujo de la aplicación TMT A Y B

Para la prueba de Bells Test:

Link : https://run.pavlovia.org/Carlosj90/bells_t

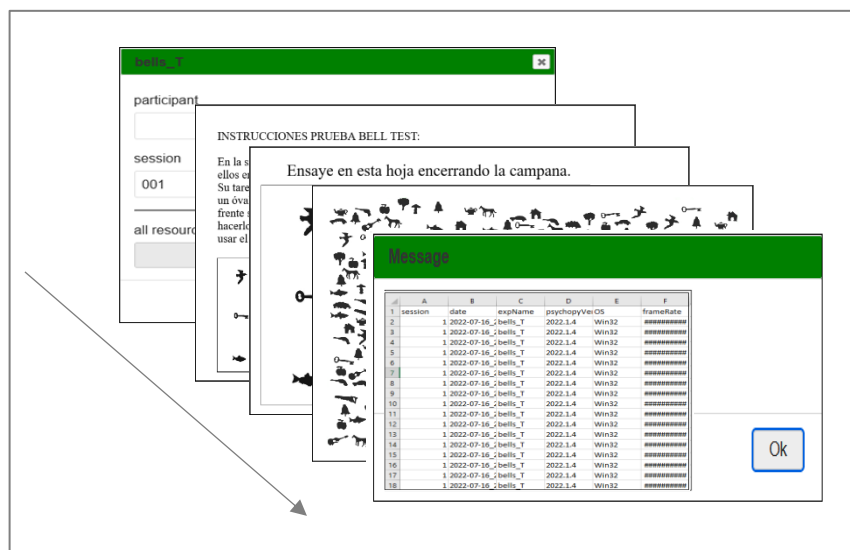


Ilustración 18: Flujo de la aplicación prueba de campanas.

Categorización visual test:

Link: <https://run.pavlovia.org/Carlosj90/categorizas>

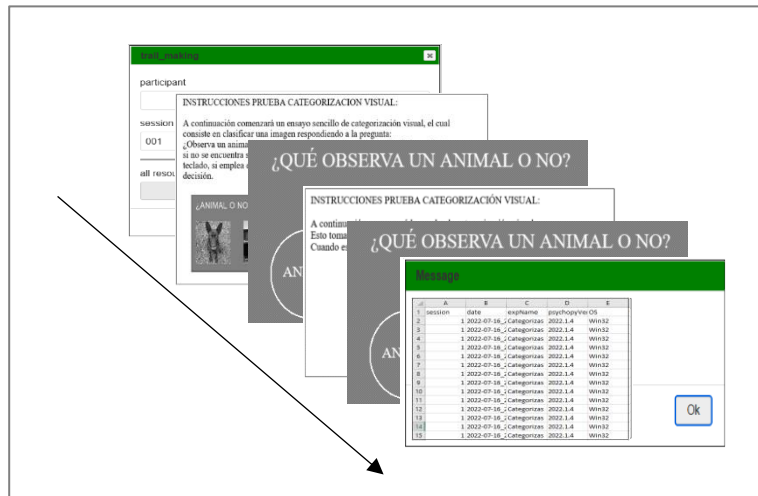


Ilustración 19: Flujo de la aplicación Categorización Visual.

Por último, se empleó nuevamente la plataforma de Google forms para obtener información de usabilidad y experiencia de usuario que brinda cada participante:

Link: <https://forms.gle/AcBDxmBbocAmJCA87>

Formulario de Usabilidad

Descripción del formulario

Nombre y apellido

Resposta corta

Texto de respuesta corta

Obligatorio

Ilustración 20: Formulario de Usabilidad

5.3 RESULTADO DE LOS CUESTIONARIOS EN LA POBLACIÓN OBJETIVO:

Escala de ansiedad de Hamilton y escala de depresión geriátrica de Yesavage (GDS):

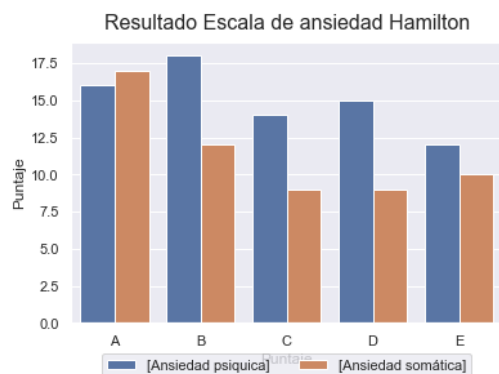


Ilustración 22: Gráfico con el resultado de la prueba.

	A	B	C	D	E
Ansiedad psíquica	16	18	14	15	12
Ansiedad somática	17	12	9	9	10
Puntaje total	33	30	23	24	22

Tabla 15: Resultados escala ansiedad

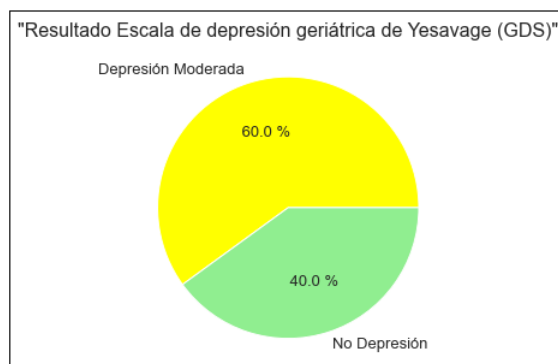


Ilustración 21: Gráfico de Torta categorizado por el estado de depresión.

Síntomas	#	%	Media (puntaje)	SD
No depresión	2	40%	8.5	0.7
Depresión Moderada	3	60 %	12	3.5
Depresión Severa	0	0	0	0

Tabla 16: Resultado escala de depresión en el adulto mayor.

5.4 RESULTADO DE LAS TAREAS EN LA POBLACIÓN OBJETIVO:

	Edad				
	Entre 70 y 80 años		Entre 60 y 70 años		
TMT A					
Tiempo (S)	91,3	79,5	85,1	58,0	85,3
Error (#)	17	4	11	1	3
TMT B					
Tiempo(S)	222,1	174,6	174,4	140,4	250,6
Error (#)	28	6	14	3	19
BELLS TEST					
Obj. detectado (#)	1	34	33	22	35
Tiempo (S)	245,6	263,4	167,9	77,2	202,4
Omisión Izq. (#).	17	0	1	8	0
Omisión Der. (#)	17	1	1	5	0
CATEGORIZACIÓN					
Precisión (%)	72	92	55	79	70
Velocidad (%)	100	100	100	100	100
Puntaje T (%)	72	92	55	79	70

Tabla 17: Resultado de las pruebas cognitivas

5.5 RESULTADO DE LAS ENCUESTA DE USABILIDAD Y EXPERIENCIA DE USUARIO EN LA POBLACIÓN OBJETIVO:

Respecto a la claridad de las explicaciones proporcionadas:



Ilustración 23: Resultados de encuesta sobre la comprensión de las pruebas

Interfaz gráfica

¿He encontrado que la interfaz gráfica es simple e intuitiva?

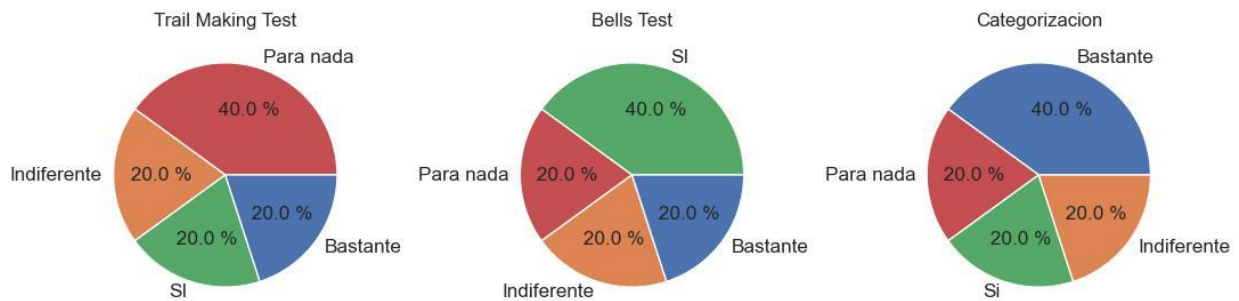


Ilustración 24: Resultados de encuesta sobre la interfaz de las pruebas

Respecto a lo siguiente:

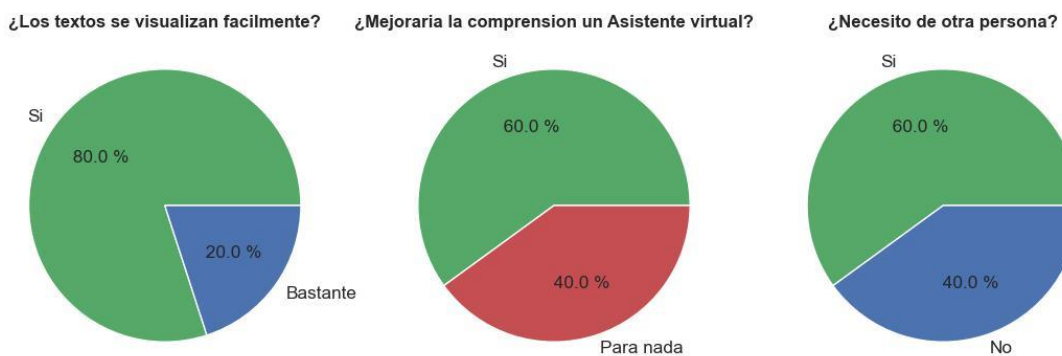
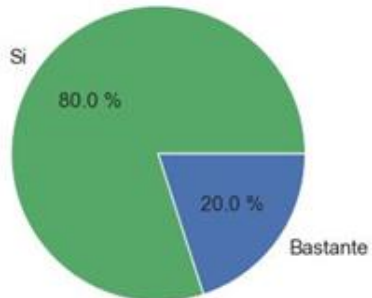


Ilustración 25: Resultados de encuesta sobre la accesibilidad de las pruebas

Respecto a la satisfacción general y percepción del usuario:

En general, ¿Se encuentra satisfecho con la experiencia?



¿Considera de utilidad estás evaluaciones?

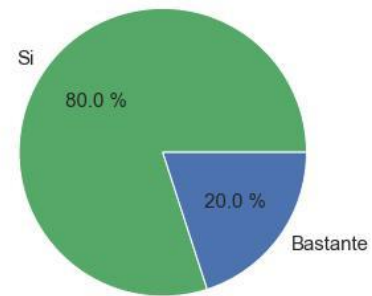


Ilustración 26: Resultados de encuesta sobre la satisfacción de las pruebas

¿Presento alguna sensación incomoda al responder las preguntas del Cuestionarios



Ilustración 27: Resultados de encuesta sobre emocionalidad

¿Cuál es su uso regular con la tecnología?

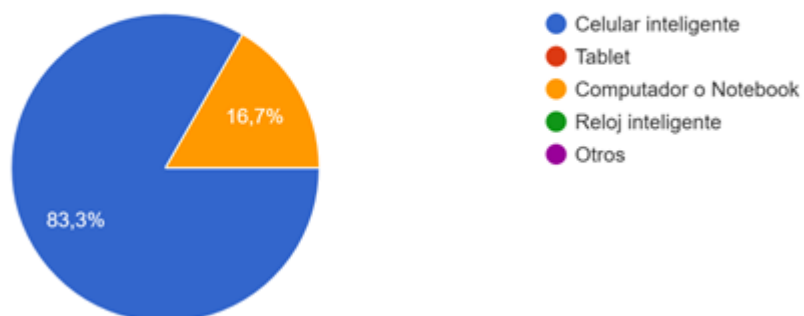


Ilustración 28: Resultados de encuesta sobre el uso de la tecnología en la vida diaria

6. DISCUSIÓN

En este trabajo comenzó con una revisión sistemática de literatura, con el propósito de fundamentar las bases para la puesta en marcha de un prototipo de evaluaciones cognitivas. La revisión bibliográfica permitió identificar los principios en que las modalidades se fundamentan, siendo una información de bastante utilidad, ya que, de esta manera, se logró caracterizar las evaluaciones y llegar a un consenso de las pruebas que conforman el prototipo.

La plataforma de 'Psychopy', cumplió el objetivo de uso como instrumento para el diseño, distribución de pruebas cognitivas y obtención de resultados. Si bien, no se reportó problemas en el programa, respecto a demoras en respuesta a una solicitud, volcamientos de memoria o bloqueo que haya obligado al usuario a forzar el cierre del programa, sí existió una disconformidad por el idioma predeterminado del software, ya que por defecto la plataforma se encuentra en inglés y un participante necesitó la ayuda de otra persona para ingresar sus datos personales. No obstante, solo la pantalla de inicio y los mensajes de salida son presentados en distinto idioma, no el desarrollo de prueba. Esto pudo ser la causa de las distintas respuestas cuando se preguntó al usuario si encontraba la interfaz simple e intuitiva. Otro punto a considerar, es la cantidad de información innecesaria que almacena el programa en el archivo CSV, no es posible eliminar directamente del software, sin embargo, es posible dar solución bajo un procesamiento de datos en el archivo de resultados.

En cuanto al algoritmo aplicado a la imagen de la versión original "Trail Making Test", en relación a redimensionar la imagen a un tamaño menor, puede generar mayor interferencia visual en la detección de objetivos, puesto que, los círculos se agrupan y disminuye la distancia entre ellos. Es decir, por un lado, el desplazamiento y el tiempo para recorrer los objetivos disminuye, por el contrario, aumenta el grado de dificultad por interferencia de objetivos cerca. De este modo, en el resultado se observa un tiempo elevado de ejecución, el cual, es esperado en personas mayores y para ello, se emplean puntajes de referencias que están normalizados para la población de avanzada edad .

Respecto a la prueba de campanas (Bells Test), se decidió mantener la imagen original, para no alterar la validez de la prueba, ya que, en la literatura no se encontró un equivalente significativo, sólo modificaciones, pero, con distinto contenido. El hecho de modificar las posiciones de los objetivos altera la capacidad métrica de la tarea.

Respecto a la prueba de categorización, la metodología del artículo permitió clasificar las imágenes dependiendo de la distribución de probabilidad. A su vez, se comparó con los datos obtenidos de la publicación de las imágenes, todo esto con el fin de modificar el nivel de dificultad en la prueba. Esta técnica se puede utilizar parcialmente, ya que, no todas las imágenes se ajustan a una distribución de Weibull y en algunos casos generan valores aleatorios.

El cuestionario de Hamilton, es ampliamente utilizado como referencia para detectar la intensidad y la frecuencia de un estado ansioso. Si bien las instrucciones son claras, el problema radica en la falta de un puntaje de corte, es decir, un elevado puntaje significa una intensidad mayor del estado ansioso. De esta forma, es imperioso mencionar que la escala debe ser interpretada por un profesional, por ende, se recomienda parcialmente. En cambio, la escala de depresión geriátrica de Yesavage debido a su simplicidad y alto grado de validez, se emplea con regularidad en evaluaciones Screening.

En los resultados de los cuestionarios, se evidenció, que la ansiedad psíquica es mayor que la ansiedad somática. De esta manera, el instrumento identificó al sujeto A con mayor intensidad de estado ansioso, posteriormente en el cuestionario de depresión, la misma persona obtuvo una calificación que lo categoriza como depresión moderada. Por lo tanto, ambos resultados se encuentran relacionados.

Los resultados de la prueba Trail Making Test, se condicen, con la información señalada en párrafos anteriores, ya que, se observan los resultados en brutos y cuando los datos son normalizados, se obtiene un puntaje similar a la prueba original. Sin embargo, el error cometido es bastante, una posible aseveración, es que la persona no prestó atención al tutorial, apresurándose a realizar la prueba, otra opción, se pudo deber, ya que, dos participantes declararon que el diámetro del dedo interrumpió la secuencia y recomendaron usar un lápiz táctil. Además, un participante utilizó un mouse, el cual, restringe el movimiento, conduciendo a una pérdida de coordinación. Por otro lado, el error simplemente conlleva a que la persona no mantuvo la concentración en la prueba. (Se debe considerar estas variables para una posible mejora en el diseño).

Para la prueba de campanas (Bells Test), no se registró los resultados de un participante, es probable que la persona no esperó el tiempo suficiente y cerró la ventana antes que los datos se pudieran grabar en el archivo. Luego, se volvió a ejecutar la prueba con las mismas condiciones y se almacenaron los datos. Ahora bien, los resultados de los demás participantes se consideran acorde a las instrucciones de la prueba original, excepto una persona que apresuradamente intentó completar la tarea. Por último, el test de categorización visual, se aplicó con el objetivo de obtener datos de funcionamiento de la aplicación y detectar el estado de la función visual en un periodo corto de tiempo, por ende, se obtuvo buenos resultados y el puntaje menor se debió a problemas visuales en la persona. Por lo tanto, se evidencia que una persona mayor de edad puede mantener sus funciones visuales básicas en mejor estado que otras y la prueba no está condicionada por la edad.

El estudio de usabilidad y experiencia de usuario permite evidenciar aspectos claves en la evaluación para mejorar el diseño y focalizar la administración de la prueba hacia las necesidades de la población adulta mayor. En lo que respecta la explicación de la prueba (Instrucciones y demostración), se obtiene una buena calificación, los usuarios coinciden en que la explicación es clara, a excepción de la prueba Trail Making Test, la cual, debe mejorar. Además, una futura mejora en la usabilidad de las pruebas se evidencia en la pregunta relacionada a la interfaz intuitiva, ya que, obtuvo un 40 % de aceptación para la prueba de sendero y un 60 % en las dos restantes. Ahora bien, a pesar de que los textos no ocuparon la totalidad de la pantalla, en la encuesta se evidenció que no fue un problema, debido al contraste del diseño de las instrucciones con el fondo. Por consiguiente, el 60 % recomienda que la comprensión de la evaluación puede mejorar con un asistente virtual que guíe el proceso y en otra pregunta, el 60 % necesitó la ayuda de una persona en temas técnicos como problemas en la navegación, ingreso a las pruebas, etc. Por lo tanto, el asistente virtual debe complementar al asistente que administra el test.

Por otro lado, hay que considerar que la escala ligada a la valoración provoca sensaciones tanto positivas o negativas, que dependen del estado emocional de la persona. Dos participantes reportan la utilidad del cuestionario, ya que, se identificaron con el contenido de algunas de las preguntas. Por lo tanto, se debe poner énfasis, en no utilizar de manera periódica, porque puede agravar un cuadro emocional debido a que la persona expone y revela su integridad.

En cuanto a la satisfacción y utilidad de las pruebas, las personas se muestran receptivas a estas evaluaciones, ya que, les permitió valorar su capacidad y poner a prueba sus habilidades. En ello, se obtuvo datos favorables, pues sienten gratitud y consideran necesarias estas pruebas, pero, les dificulta el uso de la tecnología. Por consiguiente, el 83,3 % utiliza en mayor proporción los teléfonos inteligentes para comunicarse con sus seres queridos y solo un 16.7% tiene mayor afinidad con el computador.

Se adjunta declaración de las personas que realizaron las pruebas:

- ✓ Me han gustado estas diversas pruebas, ya que, son de gran ayuda para la memoria y ayudan al adulto mayor a desenvolverse mejor.
- ✓ Me ha parecido muy interesante todo lo que tuve que responder, estuvieron muy buenas las preguntas.
- ✓ Fue muy interesante, entretenido y de bastante aprendizaje. Cuesta un poco mantener la línea sin chocar los demás círculos, porque el dedo es un tanto grueso (faltó el lápiz). Sirve mucho para la mente del adulto mayor.
- ✓ Me pareció algo nuevo e interesante y encuentro que sería un buen apoyo para el adulto mayor.
- ✓ Tuve problemas al usar el mouse.

Limitaciones:

- La validez de contenido en las pruebas, no se evaluó debido a que no participó un grupo dedicado al tema neurocognitivo.
- Para la prueba TMT, se debe generar distintos senderos, ya que, disminuye el efecto de las personas en aprender la prueba de memoria.

7. CONCLUSIÓN

Los objetivos propuestos fueron alcanzados a pesar del tiempo acotado para comprender la información obtenida del estado del arte, aprender los esquemas de programación, invertir tiempo en administrar las pruebas y, por último, emplear técnicas de minería de datos para el procesamiento de los datos brutos.

La accesibilidad es un factor primordial para realizar estas pruebas. Se debe considerar métodos de acuerdo a las necesidades del usuario, ya que, es fundamental permitirles a las personas de avanzada edad, el poder integrarse a estas nuevas modalidades a fin de evitar que pierdan lo más preciado, su independencia.

Estas pruebas fueron elaboradas para abordar las necesidades de personas mayores de edad, de una forma simple e intuitiva, aunque esta aplicación no reemplaza la visita clínica con un profesional, permiten recopilar información relevante de la habilidad y el estado cognitivo en una primera instancia. Son de gran importancia debido a que ayudará al participante a tomar decisiones para mejorar la calidad de vida de su vida adulta. Por lo tanto, una correcta identificación antes que comience los síntomas característicos de la demencia permitirá actuar rápido y preocuparse por la salud para tomar decisiones a tiempo respecto a un tratamiento. Se espera que la información obtenida de la literatura, del prototipo y la percepción de los adultos sean de utilidad para futuros proyectos.

8. REFERENCIAS

- [1] OMS, “Dementia.” <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dementia> (accessed Jul. 22, 2021).
- [2] A. A. Burga León, “Aplicaciones de la tecnología a la evaluación psicométrica,” *Propósitos y Representaciones*, vol. 7, no. SPE, pp. e318-318, 2019, doi: 10.20511/PYR2019.V7NSPE.318.
- [3] A. ; G. J. C. y B. , S. A. Pilatti, “Adaptación de instrumentos entre culturas, ejemplos de procedimientos seguidos para medir las expectativas hacia el alcohol en el ámbito argentino.” <https://www.elsevier.es/es-revista-trastornos-adictivos-182-pdf-X157509731248974X> (accessed Jul. 22, 2021).
- [4] Rodríguez Alfredo, “Deterioro Cognitivo: - Escuela de Medicina - Facultad de Medicina.” <https://medicina.uc.cl/publicacion/deterioro-cognitivo/> (accessed Jul. 22, 2021).
- [5] Custodio Nilton ;Herrera Eder ;Lira David, “Deterioro cognitivo leve: ¿dónde termina el envejecimiento normal y empieza la demencia?” http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832012000400009 (accessed Jul. 22, 2021).
- [6] Department of Health & Human Services, “Alzheimer’s Disease Diagnostic Guidelines | National Institute on Aging.” <https://www.nia.nih.gov/health/alzheimers-disease-diagnostic-guidelines> (accessed Jul. 22, 2021).
- [7] S. T. Creavin *et al.*, “Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of dementia in clinically unevaluated people aged 65 and over in community and primary care populations,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, vol. 2016, no. 4, Jan. 2016, doi: 10.1002/14651858.CD011145.PUB2.
- [8] STIMULUS, “Mini Mental de Folstein (MMSE) - Blog - Stimulus | APP profesional de estimulación cognitiva.” <https://stimuluspro.com/blog/mini-mental-de-folstein-mmse/> (accessed Jul. 22, 2021).
- [9] L. Evaluación and C. Montreal, “MoCA Version 8,” *Z. Nasreddine MD www.mocatest.org MoCA-8.1-Instructions-Spain/Spanish-Version*, no. 1, 2017, Accessed: Jul. 22, 2021. [Online]. Available: www.mocatest.org
- [10] Míguez Gonzalo, “Revista de Psicología.” <https://revistapsicologia.uchile.cl/> (accessed Jul. 22, 2021).
- [11] C. Muñoz-Neira, F. Henríquez Ch, J. Ihnen J, M. Sánchez C, P. Flores M, and A. Slachevsky Ch, “Propiedades psicométricas y utilidad diagnóstica del Addenbrooke’s Cognitive Examination-Revised (ACE-R) en una muestra de ancianos chilenos,” *Revista médica de Chile*, vol. 140, no. 8, pp. 1006–1013, 2012, doi: 10.4067/S0034-98872012000800006.
- [12] E. Arriola *et al.*, “DOCUMENTO DE CONSENSO PARTICIPANTES: COORDINACIÓN: DOCUMENTO DE CONSENSO”.
- [13] B. L.I, “UNIDAD 3: Funciones Cognitivas UNIDAD 3-Funciones Cognitivas”.
- [14] I. Mikulic, “UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES FACULTAD DE PSICOLOGÍA CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE PRUEBAS PSICOLÓGICAS Dra. Isabel M. Mikulic Prof. Titular Regular T. y T. de Exploración y Diagnóstico Módulo I, Cátedra I FICHA DE CÁTEDRA: N 2”.
- [15] A. Ardila, “GUÍA PARA EL DIAGNÓSTICO NEUROPSICOLÓGICO,” 2012.
- [16] Esther, “TEMA 6. LA VALIDEZ”.
- [17] L. Medrano and E. Pérez, “Manual de psicometría y evaluación psicológica”, Accessed: Aug. 02, 2022. [Online]. Available: https://books.google.com/books/about/Manual_de_psicometr%C3%ADa_y_evaluaci%C3%B3n_psi.html?hl=es&id=EqEqvWEACAAJ
- [18] G. Urrútia and X. Bonfill, “La declaración PRISMA: un paso adelante en la mejora de las publicaciones de la Revista Española de Salud Pública,” *Revista Española de Salud Pública*, vol. 87, no. 2, pp. 99–102, 2013, doi: 10.1590/S1135-57272013000200001.

- [19] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D. G. Altman, and T. P. Group, "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement," *PLoS Medicine*, vol. 6, no. 7, Jul. 2009, doi: 10.1371/JOURNAL.PMED.1000097.
- [20] A. Wong, C. Fong, V. C. Mok, K. Leung, and R. K. Tong, "Computerized Cognitive Screen (CoCoSc): A Self-Administered Computerized Test for Screening for Cognitive Impairment in Community Social Centers," *Journal of Alzheimer's Disease*, vol. 59, no. 4, pp. 1299–1306, Jan. 2017, doi: 10.3233/JAD-170196.
- [21] J. Y. C. Chan *et al.*, "Electronic Cognitive Screen Technology for Screening Older Adults With Dementia and Mild Cognitive Impairment in a Community Setting: Development and Validation Study," *Journal of Medical Internet Research*, vol. 22, no. 12, Dec. 2020, doi: 10.2196/17332.
- [22] S. Valladares-Rodriguez, R. Perez-Rodriguez, D. Facal, M. J. Fernandez-Iglesias, L. Anido-Rifon, and M. Mouriño-Garcia, "Design process and preliminary psychometric study of a video game to detect cognitive impairment in senior adults," *PeerJ*, vol. 5, no. 6, 2017, doi: 10.7717/PEERJ.3508.
- [23] H. E. Boz *et al.*, "A short assessment tool for small vessel disease with cognitive impairment: The Virtual Supermarket (VSM)," *Alzheimer's & Dementia*, vol. 16, no. S6, p. e047040, Dec. 2020, doi: 10.1002/ALZ.047040.
- [24] S. Bottiroli *et al.*, "The Smart Aging Platform for Assessing Early Phases of Cognitive Impairment in Patients With Neurodegenerative Diseases," *Frontiers in Psychology*, vol. 12, p. 635410, Mar. 2021, doi: 10.3389/FPSYG.2021.635410.
- [25] K. L. Possin *et al.*, "The Brain Health Assessment for Detecting and Diagnosing Neurocognitive Disorders," *J Am Geriatr Soc*, vol. 66, no. 1, p. 150, Jan. 2018, doi: 10.1111/JGS.15208.
- [26] S. R. Rapp *et al.*, "Computer simulations for assessing cognitively intensive instrumental activities of daily living in older adults," *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, vol. 10, p. 237, 2018, doi: 10.1016/J.DADM.2018.01.008.
- [27] F. Lunardini *et al.*, "Supervised Digital Neuropsychological Tests for Cognitive Decline in Older Adults: Usability and Clinical Validity Study," *JMIR Mhealth Uhealth*, vol. 8, no. 9, Sep. 2020, doi: 10.2196/17963.
- [28] S.-M. Khaligh-Razavi *et al.*, "Integrated Cognitive Assessment: Speed and Accuracy of Visual Processing as a Reliable Proxy to Cognitive Performance," *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.1038/S41598-018-37709-X.
- [29] M. de Desarrollo De Software and E. Gabriel Pacienza, "FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA 'FRAY ROGELIO BACON' PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA SANTA MARÍA DE LOS BUENOS AIRES Cátedra Seminario de Sistemas".
- [30] A. Donoso, "La enfermedad de Alzheimer," *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, vol. 41, pp. 13–22, Nov. 2003, doi: 10.4067/S0717-92272003041200003.
- [31] "Plan Nacional de Demencia," 2017.
- [32] S. Groppell *et al.*, "A Rapid, Mobile Neurocognitive Screening Test to Aid in Identifying Cognitive Impairment and Dementia (BrainCheck): Cohort Study," *JMIR Aging*, vol. 2, no. 1, Jan. 2019, doi: 10.2196/12615.
- [33] J. A. Portellano and R. M. Arias, "Trail Making Test A la vanguardia de la evaluación psicológica," 2014, Accessed: Aug. 02, 2022. [Online]. Available: www.teaediciones.com
- [34] L. Köstering, C. S. M. Schmidt, C. Weiller, and C. P. Kaller, "Analyses of Rule Breaks and Errors During Planning in Computerized Tower Tasks: Insights From Neurological Patients," *Archives of Clinical Neuropsychology*, vol. 31, no. 7, pp. 738–753, Nov. 2016, doi: 10.1093/ARCLIN/ACW059.
- [35] D. W. Scharre, S. Ing Chang, H. N. Nagaraja, N. E. Vrettos, and R. A. Bornstein, "Digitally translated Self-Administered Gerocognitive Examination (eSAGE): relationship with its validated paper version, neuropsychological evaluations, and clinical assessments", doi: 10.1186/s13195-017-0269-3.
- [36] J. Takahashi *et al.*, "Development and validity of the Computer-Based Cognitive Assessment Tool for intervention in community-dwelling older individuals," *Geriatrics & Gerontology International*, vol. 20, no. 3, pp. 171–175, Mar. 2020, doi: 10.1111/GGI.13836.

- [37] S. Ichii *et al.*, “CogEvo, a cognitive function balancer, is a sensitive and easy psychiatric test battery for age-related cognitive decline,” *Geriatrics & Gerontology International*, vol. 20, no. 3, p. 248, Mar. 2020, doi: 10.1111/GGI.13847.
- [38] D. Cahn-Hidalgo, P. W. Estes, and R. Benabou, “Validity, reliability, and psychometric properties of a computerized, cognitive assessment test (Cognivue®),” *World Journal of Psychiatry*, vol. 10, no. 1, p. 1, Jan. 2020, doi: 10.5498/WJP.V10.I1.1.
- [39] E. Tsoy *et al.*, “BHA-CS: A novel cognitive composite for Alzheimer’s disease and related disorders,” *Alzheimer’s & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, vol. 12, no. 1, p. e12042, Jan. 2020, doi: 10.1002/DAD2.12042.
- [40] J. Chin *et al.*, “A Validation Study of the Inbrain CST: a Tablet Computer-based Cognitive Screening Test for Elderly People with Cognitive Impairment,” *Journal of Korean Medical Science*, vol. 35, no. 34, Aug. 2020, doi: 10.3346/JKMS.2020.35.E292.
- [41] A. M. Rodríguez-Salgado *et al.*, “A Brief Digital Cognitive Assessment for Detection of Cognitive Impairment in Cuban Older Adults,” *Journal of Alzheimer’s Disease*, vol. 79, no. 1, pp. 85–94, Jan. 2021, doi: 10.3233/JAD-200985.
- [42] M. Noguchi-Shinohara *et al.*, “A new computerized assessment battery for cognition (C-ABC) to detect mild cognitive impairment and dementia around 5 min,” *PLoS ONE*, vol. 15, no. 12, Dec. 2020, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0243469.
- [43] “Neuropsicología - Ficha Técnica Trail Making Test [pnxkv35d6x4v].” <https://idoc.pub/documents/neuropsicologia-ficha-tecnica-trail-making-test-pnxkv35d6x4v> (accessed Aug. 02, 2022).
- [44] R. L. Penninga, “Efficient neuropsychological assessment: Reducing the duration of test research Reviewing and developing abbreviated neuropsychological tests and evaluating their psychometric and diagnostic quality,” 2015.
- [45] “Trail Making Test (TMT)-Spanish Version”.
- [46] “Baremo del Trail Making Test para Capital Federal y Gran Buenos Aires.” http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1852-42062018000300054&lng=es&nrm=iso (accessed Aug. 02, 2022).
- [47] M. Rosselli, “D Desarrollo Neuropsicológico de las Habilidades Visoespaciales y Visoconstruccionales,” *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, Enero-Diciembre*, vol. 15, pp. 175–200.
- [48] “SDMT – Test de Símbolos y Dígitos.” <https://1library.co/document/ydmmkjyy-sdmt-test-de-simbolos-y-digitos.html> (accessed Aug. 02, 2022).
- [49] “Ficha Hamilton Ansiedad 2 - ESCALA DE ANSIEDAD DE HAMILTON (HAMILTON ANXIETY SCALE, HAS) A. FICHA - StuDocu.” <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-el-salvador/psiquiatra/ficha-hamilton-ansiedad-2/4966330> (accessed Aug. 02, 2022).
- [50] INSTITUTO NACIONAL DE GERIATRÍA, “La Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage (o Geriatric Depression Scale, GDS).” [http://inger.gob.mx/pluginfile.php/96260/mod_resource/content/355/Archivos/C_Intervenciones/6.%20sintomas%20depresivos/lecturas/4.%20Escala%20de%20Depresion%20Geriatica%20de%20Yesavage%20\(GDS\).pdf](http://inger.gob.mx/pluginfile.php/96260/mod_resource/content/355/Archivos/C_Intervenciones/6.%20sintomas%20depresivos/lecturas/4.%20Escala%20de%20Depresion%20Geriatica%20de%20Yesavage%20(GDS).pdf) (accessed Aug. 10, 2022).
- [51] T. Hoyl M, E. Valenzuela A., and P. P. Marín L, “Depresión en el adulto mayor: evaluación preliminar de la efectividad, como instrumento de tamizaje, de la versión de 5 ítems de la Escala de Depresión Geriátrica,” *Revista médica de Chile*, vol. 128, no. 11, pp. 1199–1204, Nov. 2000, doi: 10.4067/S0034-98872000001100003.
- [52] C. Stetler and G. E. Miller, “Depression and hypothalamic-pituitary-adrenal activation: A quantitative summary of four decades of research,” *Psychosomatic Medicine*, vol. 73, no. 2, pp. 114–126, Feb. 2011, doi: 10.1097/PSY.0B013E31820AD12B.
- [53] “Home — PsychoPy®.” <https://www.psychopy.org/> (accessed Aug. 02, 2022).

-
- [54] “(99+) Bv guía para el diagnóstico neuropsicológico | Carlos Alfredo Tejada Fernández - Academia.edu.”
https://www.academia.edu/7422488/Bv_guia_para_el_diagnostico_neuropsicologico (accessed Aug. 02, 2022).
- [55] “Cambio de tamaño de imagen usando OpenCV | Python – Acervo Lima.”
<https://es.acervolima.com/cambio-de-tamano-de-imagen-usando-opencv-python/> (accessed Aug. 10, 2022).
- [56] “Detección de líneas y círculos usando la transformada de Hough con OpenCV.”
<http://acodigo.blogspot.com/2017/09/deteccion-de-lineas-y-circulos-usando.html> (accessed Aug. 10, 2022).
- [57] “Python OpenCV - Encuentra el centro del contorno – Acervo Lima.”
<https://es.acervolima.com/python-opencv-encuentra-el-centro-del-contorno/> (accessed Aug. 10, 2022).
- [58] “psychopy.visual.Circle — PsychoPy v2022.2.3.” <https://psychopy.org/api/visual/circle.html> (accessed Aug. 10, 2022).
- [59] “Cómo Detectar Objetos Usando Plantillas en OpenCV - DataSmarts Español.”
<https://datasmarts.net/es/como-detectar-objetos-usando-plantillas-en-opencv/> (accessed Aug. 10, 2022).
- [60] H. S. Scholte, S. Ghebreab, L. Waldorp, A. W. M. Smeulders, and V. A. F. Lamme, “Brain responses strongly correlate with Weibull image statistics when processing natural images,” *Journal of Vision*, vol. 9, no. 4, pp. 29–29, Apr. 2009, doi: 10.1167/9.4.29.
- [61] A. Mirzaei, S. M. Khaligh-Razavi, M. Ghodrati, S. Zabbah, and R. Ebrahimpour, “Predicting the human reaction time based on natural image statistics in a rapid categorization task,” *Vision Research*, vol. 81, pp. 36–44, Apr. 2013, doi: 10.1016/J.VISRES.2013.02.003.
- [62] I. I. A. Groen, S. Ghebreab, V. A. F. Lamme, and H. S. Scholte, “Spatially Pooled Contrast Responses Predict Neural and Perceptual Similarity of Naturalistic Image Categories,” *PLOS Computational Biology*, vol. 8, no. 10, p. e1002726, Oct. 2012, doi: 10.1371/JOURNAL.PCBI.1002726.
- [63] T. Serre, A. Oliva, and T. Poggio, “A feedforward architecture accounts for rapid categorization,” *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 104, no. 15, pp. 6424–6429, Apr. 2007, doi: 10.1073/PNAS.0700622104/SUPPL_FILE/00622SUPPTEXT.PDF.
- [64] “The Trail Making Test Part A and B for Dementia.” <https://www.verywellhealth.com/dementia-screening-tool-the-trail-making-test-98624> (accessed Aug. 10, 2022).

9. ANEXOS:

A continuación, se anexan las evaluaciones encontradas en el estado del arte

9.1 ANEXO 1: TABLA DE CARACTERIZACIÓN DE LAS PRUEBAS COGNITIVAS

Evaluación	#Prueba	Tiempo (min)	Modo de entrada	Modalidad	Instrucciones software	Administración examen	Ubicación
TOL [34]	1	8	Pantalla táctil /Periférico PC	Computador con monitor táctil	Instrucciones visuales (texto y límite de tiempo)	Administrada por examinador, Psicólogo.	Presencial Sala de laboratorio
SIMBAC (IADL) [26]	5	10	Pantalla táctil /Periférico PC	Tablet/Computador	Módulos con instrucciones visuales (texto) y verbales (grabadora de voz)	Autoadministrado/técnico o capacitado	Presencial Centro atención médica
CoCoSc [20]	6	15	Pantalla táctil /Auriculares	Computador con monitor táctil	Visualmente/ verbalmente	Autoadministrado /examinador	Presencial Vivienda comunitaria
Episodix Gamification (CVLT) [22]	3	30- 40	Pantalla táctil/ Periféricos PC (Joystick, mouse, Kinect)	Android /Computador (window -Linux- IOS)	Las instrucciones se proporcionan en formato de audio y texto.	Asistencia personal de apoyo clínico	Presencial Centro comunitario
eSAGE [35]	7	17	Pantalla táctil	Tablet /en línea	Instrucciones visuales	Autoadministración /con supervisor	Presencial entornos comunitarios - clínicos
UCSF Brain Health Assessment [25]	4	10	Pantalla táctil	Plataforma software /IPad 9,7 pulgadas	Visual y verbal	Puntuación Automatizado, examinador.	Presencial Diagnosticados en conferencias de consenso clínico
BrainCheck Inc. [32]	7	21	Pantalla táctil móvil	iPad/iPhone/ navegador escritorio	Instrucción por examinador	Personal de investigación	Presencial Centro comunitarios
CGN_ICA [28]	1	5	Pantalla táctil	iPad /Raspberry /Web	Instrucciones visuales	Autoadministrado/ examinador	Presencial /distancia Clínica/hogar
VSM [23]	1	25	Pantalla táctil y periféricos del computador	Tablet (10 pulgadas) o PC	Instrucciones examinador	Autoadministrado /Asistencia personal para repetir las instrucciones	Presencial/institutos - centros médicos
CompBased-CAT [36]	6	10 - 15	Pantalla táctil /Periféricos PC /Auriculares	Tablet(Asus) /computador (Windows 10)	Instrucciones visuales en la pantalla y voz con audífono de cancelación de ruido externo	Autoadministrado/asistencia mínima para instruir	Presencial Institutos - Centros comunitarios
CogEvo [37]	5	10	Pantalla táctil	Computador SO	Audiovisual con icono inicio	Administrada por examinador	Presencial
Cognivue [38]	10	10	Periféricos PC	Computador SO	Instrucciones automatizadas y subbatería de ensayo	Autoadministrado /asistencia por personal apoyo no clínico	Presencial/Establecimiento clínico
BHA- CS [39]	4	10	Pantalla táctil	plataforma de software TabCAT Pad de 9,7	Visual y verbal	Administrado por examinador	Presenciales conferencias de consenso clínico
Inbrain CST [40]	7	30	Pantalla táctil	Tablet/SO, Microsoft Windows 10	Verbales y escritas	Asistencia mínima	Presencial/distancia Clínica/distancia
Trail Making Test y Bells Test [27]	3	15	Pantalla táctil	Tab A6 con S pen/Webserver nube	Asistente vocal, supervisa la prueba	Entorno no supervisado	Presencial/distancia Fundación geriátrica /Hogar
BHA - CUBAN [41]	4	10 – 4	Pantalla táctil	Tablet /Web	Visuales y auditivas	Examinador neurólogo o neuropsicólogo	Presencial /instituto Centros comunitarios INN
C-ABC [42]	8	5	Pantalla táctil	Computador(SO) con pantalla táctil (80x60)	Texto en pantalla de pc y descripción verbal con auriculares	Asistencia por un psicólogo si necesitan ayuda	Presencial Clínica de la memoria
EC-Screen [21]	5	5	Pantalla táctil	Web/Tablet	Lectura preguntas respuesta	Autoadministrado /asistido	Presencial/distancia Entornos comunitarios
Smart Aging P. (SG) [24]	5	10 -30	Pantalla táctil	Computador con pantalla táctil	Instrucciones visuales y examinador	Administrada en presencia de un neuropsicólogo	Presencial / Unidad de Neuropsicología - comunidades

9.2 ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS COGNITIVAS DIGITALES

N	Evaluación	Pruebas evaluación cognitivas	Descripción por actividad
1.	TOL [34]	1. <i>Tower Task</i> (Rule breaks and errors during planning)	<p>Torre de Londres: consiste en una serie de instrucciones usando bolas de color (roja, amarillo, azul) que se encuentran suspendidas dentro de tres barras. Se le pide al participante que con un mínimo de movimiento complete una configuración de referencia. Solo se puede mover una bola a la vez, en cada barra solo se puede mover la bola más prominente, las pelotas solo se depositan en las barras y las soluciones se deben planificarse con anticipación antes de ejecutar los movimientos. El examinador explica las instrucciones y antes de iniciar la prueba, presenta un conjunto de problemas experimentales para poder familiarizarse, además existe un límite de tiempo de 1 minuto por ensayo, con 24 ensayos. El software registra el error de planificación cuando el participante intenta seleccionar una bola bloqueada que se encuentra bajo de otra bola, también coloca una bola en una barra que tiene la cantidad de pelotas completas o cuando selecciona una posición distinta al objetivo final, y la variable de medición planificación en línea es cuando ocurre una reconsideración del movimiento que toca una bola y la selecciona en lugar de moverla.</p>
2.	SIMBAC (IADL) [26]	1. <i>Recognizing faces</i> 2. <i>Remembering names</i> 3. <i>Filling a pillbox,</i> 4. <i>using an automated teller machine (ATM)</i> 5. <i>refilling a prescription by phone</i>	<p>Reconocimiento facial y recuerdo de nombres: Se observa una imagen de rostro humano en 5 (S), luego se presenta una serie de imágenes faciales de distinto sexo, edad, la imagen esta emparejada con un nombre único, después la pantalla muestra varias imágenes y deben seleccionar la foto que esta emparejada con la imagen vista, el nombre. Se presentan 6 ensayos, la dificultad crece con 2 a 4 ensayos de nombre y cara.</p> <p>Pastillero: En la pantalla se ve un pastillero de 7 días con 14 compartimentos en tres envases de pastillero se explican las instrucciones “tomar una pastilla durante la noche”, deben correlacionar la forma y color de las Tablet con el pastillero seleccionando la pastilla y llevando al compartimento de medicamentos.</p> <p>Cajero: Las instrucciones indican que el participante retire dinero de un cajero automático virtual, se debe insertar una tarjeta del cajero automático, escribiendo el PIN y el monto a retirar, para luego retirar el dinero y recuperar la tarjeta.</p> <p>Renovación automatizada de recetas por teléfono: Se les solicita que renueven la receta de un medicamento por un teléfono en una farmacia, utilizando la etiqueta del medicamento y el sistema de llamada. El participante toca el teléfono y escucha una grabación de voz con instrucciones.</p>
3.	CoCoSc [20]	1. <i>Time-Based PM and Even- Based PM</i> 2. <i>Conflict Inhibition</i> 3. <i>Word List Learning</i> 4. <i>Orientation, to Year, Month, Day of the Week and Orientation to Place</i> 5. <i>Attention and Working Memory</i> 6. <i>Delayed word List Memory</i>	<p>Acción objetivo: A los participantes se le indica que realicen una acción objetivo, luego, se muestra en la pantalla un reloj digital para controlar la hora, el reloj desaparece si hay éxito o después de 30 segundos si no se ha ejecutado ninguna acción. En la segunda prueba PM ocurre el mismo procedimiento, pero con distinto objetivo.</p> <p>Toque timbre: Se solicita a los pacientes que toquen la pantalla dos veces, en respuesta al sonido de un timbre y solo una vez al sonido doble del timbre (se administran 6 pruebas de práctica antes de la actividad evaluada).</p> <p>Lista de palabras: Se presenta una lista de 6 palabras de dos sílabas a una velocidad de un segundo, para luego, recordar la palabra y mencionarla en voz alta, así, facilitar la codificación de la memoria.</p> <p>Orientación mes y lugar: Orientación cronológica medida por conjuntos de preguntas y respuesta de selección (‘Si’, ‘No’, ‘No se’), seguidamente, se eligen respuesta a preguntas de la región, distrito, área residencial y la ubicación de la prueba. (“No sé” y “No” son respuestas incorrectas.)</p> <p>Prueba análoga a la escala de memoria Wechsler: El participante debe reproducir en la pantalla del dispositivo el orden secuencial (adelante y atrás), de la ubicación por donde aparecen conejos.</p> <p>Lista de palabras retrasada: Son doce palabras de dos sílabas, que se clasifican en palabras objetivo y distractores, el participante indica si la palabra es objetivo o distractor.</p>
4.	Episodix Gamification (CVLT) [22]	1. Gamification of the California Verbal Learning Test (CVLT)	<p>Gamification of the California Verbal Learning Test (CVLT) : Es un juego basado en el aprendizaje y memoria de lista de palabras de la prueba CVLT. Cubre bastantes elementos de la memoria episódica que solo recordar palabras verbalmente. El CVLT es una tarea de conjunto de palabras que se muestran como una lista de compras para un día de la semana y el participante realiza la prueba debiendo recordar todos los elementos de la lista. Luego se presenta una segunda lista de interferencias para el siguiente día de compras. Después se debe esperar un tiempo (fase de recuperación) y se produce una tercera lista que incluye 2 días de la semana con elementos nuevos, el sujeto debe reconocer los elementos de la lista. Ahora bien, el juego se presenta en un pueblo virtual, donde el participante se desplaza encontrando objetos que se muestran de forma visual y audible. Son tres colecciones de objetos, como en la prueba</p>

			original, se denotan como listas A, B,C donde la lista A permite el aprendizaje principal, lista B interferencia y lista C o lista de reconocimiento ,además en la fase de recuperación existe un tiempo ,al igual del CVLT ,que permite solo en la gamificación aprovecharlo jugando minijuegos para evaluar otras funciones cognitivas. (atención, praxia, etc.).
5.	eSAGE [35]	<p>1.Date 2.Picture naming and verbal fluency 3.Delayed recall and written instruction 4.Modified Trail B and problem-solving task 5.Determining similarities 6.word problem calculation 7.Copy three-dimensional construction and clock drawing</p>	<p>Tarea 1: Se le indica al participante que escriba la fecha del día . Tarea 2: palabras hacia atrás y describa los nombres de las imágenes que aparecen en pantalla (piano y volcán). Tarea 3: Memorice las instrucciones de las pruebas y al finalizar la última página se debe escribir “Terminé”. Tarea 4: Dibuje una línea de un círculo a otro comenzando en 1 y alternando número y letras en orden antes de finalizar en la letra F(1,A,2,B,etc). Tarea 5: Responda preguntas comparando objetos. Tarea 6: Resuelva un problema. Tarea 7: Copiar un cuadrado en 3D y dibujar una esfera del reloj con los dígitos del 1 al 12, luego, dibujar las manecillas para 5 minutos. Pasadas las 11 en punto y por último se debe colocar una L en la manecilla de las horas y S para la manecilla de los minutos.</p>
6	UCSF Brain Health Assessment [25]	<p><i>Favorites (Memory domain)</i> <i>Match (Executive and Speed domain)</i> <i>Line Orientation (Visuospatial domain)</i> <i>Animal Fluency</i></p>	<p>Favorites: Se les pidió a los participantes que indiquen las personas, alimentos y animales favoritos, luego se les mostró cuatro rostros diferentes 2 veces, cada rostro emparejado con la comida y animal favorito. El par se les mostró durante 5 segundos y volvieron a aparecer en orden aleatorio. Después de cada prueba de aprendizaje, las caras volvieron a aparecer y se les pidió a los participantes que recordaran la comida y el animal asociado al rostro. Match : A los participantes se les mostró una leyenda fija de los números del 1 al 7 con las correspondientes imágenes abstractas simples que aparecían justo debajo de cada número Se le indicó al participante que cada vez que apareciera un número en el medio de la pantalla, debía tocar la imagen correspondiente en la parte inferior de la pantalla lo más rápido posible. Después de cada respuesta, apareció un nuevo número. Se totalizaron las respuestas precisas en 2 minutos. Line : a los participantes se les mostraron tres líneas sobre un fondo negro; una línea blanca de 2x50 mm entre y desplazada verticalmente por encima de dos líneas naranjas de 3x25 mm. Una línea naranja era paralela a la línea blanca y una línea estaba en un ángulo diferente. El número de grados en que giro esta última línea blanca desde la línea naranja se colocó aleatoriamente en cualquier ángulo entre -60 y +60 grados desde la vertical. Se pidió a los participantes que golpearan la línea naranja que era paralela a la línea blanca. La dificultad de prueba se manipuló de prueba a prueba variando la diferencia de ángulo. Animal fluency : es una prueba muy utilizada; los sujetos nombraron diferentes animales tan rápido como pudieron durante 1 minuto.</p>
7.	BrainCheck Inc. [32]	<p>1.Immediate recall 2.Delayed recall 3.Trail Making Test (TMT) A 4.Trail Making Test B 5.The Stroop Test 6.Digital Symbol Substitution Task 7.Matrix Problems Task</p>	Son pruebas estandarizadas de manuales psicométricos.
8.	CGN_ICA [28]	<i>ICA test is a rapid visual categorization task with backward masking</i>	ICA test: Es una tarea de caracterización visual, que presenta en pantalla cien imágenes en blanco y negro de animales y lugares. Cada imagen se muestra durante 100 ms, seguido, de un intervalo (ISI) de 20 milisegundos, luego, una máscara con ruido blanco durante 250 ms y para finalizar el participante debe responder respecto a la imagen que observó. Se cuantifica la velocidad y precisión de la prueba.
9.	VSM [23]	<i>Virtual Supermarket (VSM)</i>	VSM se basa en una actividad de compra diaria. Aparece una lista de compras en la esquina superior derecha de la pantalla durante el ejercicio VSM. Se espera que la persona localice los artículos en esta lista, los coloque en el carrito de compras, los lleve al mostrador de caja y pague la cantidad correcta por las compras. Se le pide al participante que mueva el carrito de compras y navegue dentro del supermercado virtual tocando huellas verdes en la pantalla. Es un ejercicio diseñado para examinar múltiples dominios cognitivos como la memoria visual y verbal, las funciones ejecutivas, la atención y la navegación espacial
10	CompBased-CAT [36]	<p>1.Digit span forward 2.Digital span backward 3.Memory of item names</p>	Tareas 1 y 2: Son tareas de avance y retroceso de rango de dígitos “En la tarea 1, se pidió a los participantes que recordaran inmediatamente un conjunto de números que se presentaron en orden aleatorio en la pantalla de la PC. En la tarea 2, los participantes recordaron el mismo

		<p>4. <i>Memory recall of item names</i> 5. <i>Memory and recall of item names tasks</i> 6. <i>Stroop</i> 7. <i>Recognition of figure</i></p>	<p>conjunto de números en orden inverso. El número de dígitos aumentó gradualmente (3, 5, 7, 8). Se registró el número máximo de dígitos que un participante podía recordar en el orden correcto (hacia adelante o hacia atrás)”.</p> <p>Tareas 3 y 4: Tareas de memoria y recuperación de nombres de elementos “En la tarea 3, se pidió a los participantes que memorizaron 10 palabras objetivo que se presentaron en la pantalla de la PC. Posteriormente, se mostraron 20 palabras, incluidas 10 palabras objetivo y 10 palabras “distractoras” y se solicitó a los participantes que escojan 10 palabras objetivo. Esto se repitió durante dos intentos y se registró el número de respuestas correctas en el segundo intento. Además, a los participantes se le indicó que recordara las 10 palabras objetivo, después de todas las demás pruebas, y se registró el número total de palabras objetivo recordadas.</p> <p>Tarea 5: Tarea de Stroop. Los nombres de los colores se mostraban de forma incongruente, por ejemplo, el color rojo estaba escrito en fuente azul en la pantalla del PC. Los participantes debían decir el color de la fuente y no leer la palabra, entre cuatro opciones). Se registró el número total de respuestas correctas para cada uno de los 20 ítems de la tarea.</p> <p>Tarea 6: Tarea de reconocimiento de figuras. En la tarea 6, los bloques se apilaron estéticamente y se mostraron en la pantalla de la PC. Se pidió a los participantes que indicaran el número de bloques. Registramos el número total de respuestas correctas para cada uno de los ocho ítems de la tarea.</p>
11.	CogEvo [37]	<p>1. <i>Orientation</i> 2. <i>Follow the order</i> 3. <i>Flashing light</i> 4. <i>Route 99</i> 5. <i>Same shape</i></p>	<p>Orientación: Es una tarea de selección del día, la semana y la hora del examen, se muestra al azar opciones para preguntas del día, la semana y el tiempo.</p> <p>Siga el orden: El propósito de la tarea es seleccionar números o letras, luego, volver a tocar la pantalla, pero esta vez, alternando dígitos con caracteres según el orden lógico. Por ejemplo: 1,2,3; ABC y alternados 1, A,2, B,3, C. En total cada pregunta consta de 6 dígitos ,12 caracteres y 8 combinaciones.</p> <p>Luz intermitente: Se debe memorizar un patrón aleatorio de luces (rojas, azules, verdes y amarillas) para seguir una determinada secuencia. La prueba aumenta de nivel, hasta 16 combinaciones de luces que dependen de las respuestas correctas, la puntuación es calculada en base a la tasa de respuesta y precisión.</p> <p>Ruta 99: Se trazan cuadrados, desde el punto de partida hasta la meta, seguidos, por dígitos mostrados al azar del 1 al 10, Está prohibido el paso oblicuo o recorrido por la misma zona. Son 16 cuadrados (4x4),36 cuadrados(6x6) y 64 cuadrados de (8x8).</p> <p>Cognición espacial: La tarea consiste en elegir una figura central de seis, que se encuentran alrededor. Un total de cuatro preguntas son seleccionadas y por cada pregunta se debe marcar un círculo en la figura.</p>
12.	Cognivue [38]	<p>A. <i>Visuomotor testing (motor control, visual salience)</i> B. <i>Perceptual processing (letter, word, shape, motion)</i> C. <i>Memory testing (letter, word, shape, motion)</i></p>	<p>A: Prueba de control motor adaptativo: Evalúa la capacidad de respuesta visomotora utilizando medidas de velocidad y precisión. Prueba de prominencia visual: Mide la capacidad del sujeto para controlar el movimiento rotatorio de una circunferencia en respuesta a estímulos visuales rotacionales, y por último evalúa las funciones básicas de procesamiento visual midiendo la capacidad del sujeto para identificar un contenedor lleno por un patrón aleatorio de puntos blancos y negros que se muestran sobre un fondo neutro (gris)</p> <p>B: Procesamiento de percepción: Mide el procesamiento perceptivo del sujeto de diferentes formas, a pesar de adicionar patrones crecientes de desorden. Discriminación de letras: El participante debe discriminar letras inglesas reales de una variedad de formas similares a letras que no son letras, Discriminación de palabras: las palabras reales de 3 letras de las que no son palabras de 3 letras Discriminación de formas: Discrimina un círculo relleno con una forma común del resto de la pantalla llena con otras formas comunes Discriminación del movimiento: Discrimina un círculo relleno con una dirección de movimiento de puntos del resto de la pantalla llena con otra dirección de movimiento de puntos.</p> <p>C: Procesamiento de la memoria: Evalúa la memoria utilizando conjuntos especializados de estímulos visuales. Memorización de letras: Mide la capacidad del sujeto para recordar qué letra se presentó como una indicación previa y luego seleccionar esa letra de una muestra de elementos alternativos, a pesar de la adición de cantidades crecientes de desorden y el participante debe seleccionar la letra correcta del alfabeto inglés. Memoria de palabras Seleccione la palabra correcta de 3 letras. Memoria de forma: Seleccione la forma correcta.</p>

			Memoria de movimiento: Seleccione la dirección de movimiento correcta.
13.	BHA- CS [39]	<i>Favorites (Memory domain) Match (Executive and Speed domain) Line Orientation (Visuospatial domain) Animal Fluency(language)</i>	Mismas pruebas en cada batería BHA
14.	Inbrain CST [40]	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>The Visual Span Test (VST)</i> 2. <i>The Difficult Naming Test (DNT)</i> 3. <i>Semantic phonemic word fluency test</i> 4. <i>The block Design Test</i> 5. <i>Word place association Test (WPAT)</i> 6. <i>Trail Making Test (K-TMT- A)</i> 7. <i>Trail Making Test (K-TMT- B)</i> 	<p>VST: Nueve cuadrados se encuentran en la pantalla. Los cuadrados cambian brevemente de color en secuencia de dos a ocho y los participantes deben tocar la figura en el mismo orden (tarea hacia adelante) o en orden inverso (tarea hacia atrás). Se suma un punto por secuencia correcta y el rango de puntuación varía de 1 a 14. La tarea se detiene cuando el sujeto falla dos veces.</p> <p>Nombres de confrontación: Es una tarea de 15 elementos dibujados que son relativamente difícil de pronunciar, debido a su baja frecuencia de empleo.</p> <p>Prueba semántica: El participante enumera tantas frutas como sea posible en un minuto.</p> <p>Prueba fonémica: El participante debe enumerar tantas palabras como pueda durante un minuto.</p> <p>Diseño de bloques: Se muestra un patrón en la pantalla, usando seis tipos de cuadrados de dos colores o combinación de ellos. El participante debe reproducir el mismo patrón arrastrando uno de los seis cuadrados. Son 10 patrones y la dificultad depende del número de cuadrados y el tiempo.</p> <p>Orientación espacial: El sujeto debe indicar el año, mes, fecha, día de la semana del periodo actual</p> <p>WPAT: Se visualizan nueve palabras en una cuadrícula de 3x3 en una secuencia determinada. El examinado debe memorizar las palabras y su localización en la cuadrícula, luego, al participante se le pide que recuerde las palabras inmediatamente, después de 10 minutos y que reconozca tanto la palabra como su ubicación.</p> <p>K-TMT- A: Al participante se le solicita que conecte números (1 al 15) en orden ascendente lo más rápido posible, utilizando un “S pen” del Tablet. Se mide el tiempo que tomó al terminar la prueba.</p> <p>K-TMT- B: Al participante se le pide que conecte números y el día de la semana, alternativamente y en orden, lo más rápido posible.</p>
15.	Trail Making Test y Bells Test [27]		<p>La prueba TMTA: Se les pide a los participantes que dibujen una línea que conecte en orden secuencial 25 números</p> <p>El TMT-B requiere que los participantes conecten, en orden secuencial y alterno, 13 números objetivo y 12 letras (1, A, 2, B ... N y 13). El indicador es el error al conectar la secuencia y el tiempo en realizar la acción.</p> <p>Bells : la prueba permite evaluar la capacidad de atención a través de una tarea de búsqueda visual , se les pide a los participantes que busquen y marquen 35 objetos (campanas de tinta negra). Como indicador son los números de objetivos identificados correctamente.</p>
16.	BHA - CUBAN [41]	<i>Favorites (Memory domain) Match (Executive and Speed domain) Line Orientation (Visuospatial domain)</i>	El mismo en todas las baterías BHA
17.	C-ABC [42]	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Touching a moving target</i> 2. <i>The digits order</i> 3. <i>Time orientation</i> 4. <i>The letters-recognition memory test</i> 5. <i>The numbers-recognition memory test</i> 6. <i>The figures-recognition memory test</i> 	<p>Tarea 1: El objetivo del círculo se presentó en diferentes lugares de la pantalla, uno a la vez, y se le pidió al sujeto que tocara el objetivo del círculo lo más rápido posible.</p> <p>Tarea 2: Se presentaron nueve dígitos (1–9) en posiciones aleatorias en la pantalla y se pidió al sujeto que tocara los dígitos en orden secuencial lo más rápido posible.</p> <p>Tarea 3: Se le pidió al sujeto que eligiera la fecha de hoy (día, mes, año, nombre de la era japonesa y día de la semana) de una lista de candidatos en la pantalla.</p>

		<p>7. <i>The arithmetic problem</i> 8. <i>Detecting a digit test</i></p>	<p>Tarea 4: Cuatro letras japonesas de hiragana ("ri", "na", "ku" y "me") con relaciones sin sentido se presentaron en la pantalla durante 5 segundos. Luego, se le pidió al sujeto que seleccionara las cuatro letras japonesas conocidas. tabla de silabario. Tarea 5: Tres números sin número de serie fueron presentados uno por uno en la pantalla, después de 5 s, se le pidió al sujeto que seleccionar los tres números en el orden correcto de la placa de matrícula. Tarea 6: Se presentaron en pantalla cuatro figuras con diferentes condiciones en color y forma, después de 5 s, se pidió al sujeto que seleccionará las 4 figuras reconocidas de un conjunto de 12 candidatos Tarea 7: Se presentó una historia de compras en la pantalla, se le preguntó al sujeto sobre el número total de productos comprados en dos tiendas y, a continuación, se le pidió al sujeto que seleccionara el número correcto de un conjunto de cuatro opciones Tarea 8: En la pantalla se presentó una tabla de secuencias aleatorias de dígitos. Se pidió al sujeto que detectará y tocará el dígito (3) de la tabla. Había 4 elementos del dígito 3 en la tabla.</p>
18.	EC-Screen [21]	<p>1. <i>Clock -setting test</i> 2. <i>Story test</i> 3. <i>Five-word delayed recognition test</i></p>	<p>Prueba del reloj: Requiere que el participante coloque una hora específica moviendo las manecillas de un reloj digital. Prueba de la historia: Es una prueba de conversión de hechos basados en una historia de un hito conocido del país. La plataforma lee una historia breve y el participante debe recordar los detalles e identificar el hecho, en base a preguntas. Prueba de reconocimiento diferido: El participante debe aprender y recordar 5 palabras de dos sílabas que son leídas por el software.</p>
19.	Smart Aging P. (SG) [24]	<p>1. <i>Object search</i> 2. <i>Water flowers while listening to the radio</i> 3. <i>Make a phone call</i> 4. <i>Choose the right object</i> 5. <i>Find the objects</i></p>	<p>Es un juego donde el participante experimenta un entorno virtual tipo loft ,el objetivo de la actividad es realizar tareas y el sistema registra los datos de las posiciones ,tiempos ,acciones ,etc. Para cuantificar las funciones cognitivas el sistema proporciona puntuaciones, calcula los índices (precisión, el tiempo y la distancia). El tiempo es cronometrado desde el inicio al fin. La distancia es el número de metros recorridos. Por lo general las personas que se demoran más en realizar las tareas, es consistente a un diagnóstico de leve deterioro cognitivo. Tarea 1: se le pide al participante que busque una lista de objetos Tarea 2: se le pide al sujeto que encienda la radio y presione la barra espaciadora cada vez que escuche la palabra “sol”, mientras riega las flores. Tarea 3: Se le solicitará al participante que realice una llamada telefónica usando la guía telefónica y luego encienda el televisor. Tarea 4: Se muestra una pantalla con 24 imágenes de objetos. Los participantes deben identificar los 12 objetos presentados en la tarea 1. Tarea 5: coloca al sujeto frente a la cocina y se le pide que busque cada uno de los objetos,</p>

9.3 ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS EN BASE A LOS DOMINIOS Y PUNTUACIÓN

N	Sistemas digitales	Pruebas evaluación cognitivas	Dominio cognitivo	Puntuación
1.	TOL [34]	<i>1. Tower Task (Rule breaks and errors during planning)</i>	Planificación como función de ejecución	24 pruebas que se miden por la puntuación de ruptura y errores de planificación
	SIMBAC (IADL) [26]	<i>1. Recognizing faces 2. Remembering names 3. Filling a pillbox, 4. using an automated teller machine (ATM) 5. refilling a prescription by phone</i>	IADL buscar en la web Funciones ejecutivas	Se diseñó un puntaje total (TAS) como la suma de los puntajes de precisión de 5 módulos, si cada módulo se completa sin error, se asignó 2 punto, si existe errores 1 punto y 0 puntaje si se ha cometido si no se completó la tarea. Para la puntuaciones individuales de las tareas, por ejemplo, la tarea ATM y renovación automatizada de recetas se califican con aprobado (1) o reprobado (0); la tarea de reconocimiento de cara y nombre tiene una puntuación bruta de 0/16 a 16/16 dependiendo de los intentos ejecutados; el reconocimiento facial tubo puntuación de 0/3 a 3/3, según el rostro reconocido. Por último, el pastillero obtuvo una puntuación de 0/3 a 3/3 dependiendo de cuántas píldoras se coloquen correctamente.
	CoCoSc [20]	<i>1. Time-Based PM and Even- Based PM 2. Conflict Inhibition 3. Word List Learning 4. Orientation, to Year, Month, Day of the Week and Orientation to Place 5. Attention and Working Memory 6. Delayed word List Memory</i>	Aprendizaje y memoria, funciones ejecutivas, orientación, atención y memoria de trabajo y memoria prospectiva (PM)	Puntuación :0 -49, sin gráficas y análisis cualitativo
	Episodix Gamification (CVLT) [22]	1. Gamification of the California Verbal Learning Test (CVLT)	Memoria episódica, respecto a lo verbal	La puntuación es en base de tres categorías: A). Alto nivel como puntajes finales del juego B). Nivel medio: números total de movimiento o niveles completados C). nivel bajo: respuestas individuales, precisión, rapidez, acciones correctas, errores y omisiones (son las variables adoptadas para evolución cognitiva, como, por ejemplo, Reconocimiento sí / no, recuerdo libre, recuerdo retardado corto / largo, actualidad, primacía, agrupamiento semántico, respuesta a inhibiciones, etc.).

	eSAGE [35]	<ol style="list-style-type: none"> 1.Date 2.Picture naming and verbal fluency 3.Delayed recall and written instruction 4.Modified Trail B and problem-solving task 5.Determining similarities 6.word problem calculation 7.Copy three-dimensional construction and clock drawing 	Orientación, lenguaje memoria nivel ejecutivo. Abstracción, cálculos y habilidades visuoespaciales	4 puntos por cada tarea realizada. 28 puntos en total.
	UCSF Brain Health Assessment [25]	<i>Favorites (Memory domain Match (Executive and Speed domain Line Orientation (Visuospatial domain) Animal Fluency(language)</i>	Dominio cognitivo de la memoria, ejecutivo , velocidad de procesamiento ,visuoespacial y lenguaje,	Cantidad de respuestas correctas
	BrainCheck Inc. [32]	<ol style="list-style-type: none"> 1.Immediate recall 2.Delayed recall 3.Trail Making Test (TMT) A 4.Trail Making Test B 5.The Stroop Test 6.Digital Symbol Substitution Task 7.Matrix Problems Task 	memoria, lenguaje, praxis, gnosis o funcionamiento ejecutivo	% correctos , tiempo de reacción en segundos, tiempo correcto por segundo .
	CGN_ICA [28]	<i>ICA test is a rapid visual categorization task with backward masking</i>	Se correlacionó con la velocidad de procesamiento, el aprendizaje y la memoria visual.	<p>La puntuación se basa en un algoritmo que mide la precisión y la velocidad del participante al categorizar imagen de animales y objetos, dependiendo de las instrucciones en pantalla , la persona debe presionar dos teclas del lado izquierdo o derecho (“F” frente a “J”).</p> $Precisión = \frac{\text{número de imágenes categorizadas}}{\text{Número total de imágenes}} \times 100$ $Velocidad = \min[100, 100 \times e^{\frac{-\text{mean correct RT}}{1025} + 0.341}], RT$ <p style="text-align: center;">: tiempo de reacción</p> $GNC_{ICA} \text{ score} = \left(\frac{Velocidad}{100} \times \frac{Precisión}{100} \right) \times 100$
	VSM [23]	<i>Virtual Supermarket (VSM)</i>	Memoria visual y verbal, las funciones ejecutivas, la atención y la navegación espacial	El VSM se puntuó en cinco variables; elementos correctos, cantidades correctas , comprar sin cotizar , dinero correcto y duración de todas las variables .Todas las variables de VSM excepto “Duración” ,eran variables nominales (cierto o falso). En todas estas variables la puntuación 0 indica falso y 1 indica acierto y la duración es de 25 min.

	CompBased-CAT [36]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Digit span forward 2. Digital span backward 3. Memory of item names 4. Memory recall of item names 5. Memory and recall of item names tasks 6. Stroop 7. Recognition of figure 	Atención y concentración; memoria inmediata; memoria remota; función ejecutiva y atención selectiva y percepción del espacio	Tarea 1 y 2 se registró el número máximo de dígitos que un participante podía recordar en el orden correcto (hacia adelante o hacia atrás). Tarea 3 y 4: Número de respuestas correctas en los intentos y número total de palabras recordadas. 5. registro el número correcto de palabras 6. número total de respuestas correctas
	CogEvo [37]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Orientation 2. Follow the order 3. Flashing light 4. Route 99 5. Same shape 	orientación, la atención, la memoria, la función ejecutiva y la cognición espacial	0 -2500 Si la respuesta es correcta se suma 1, las respuestas incorrectas valen 0 El puntaje se calcula en base a : $Respuesta = \frac{(\text{límite de tiempo estandarizado} - \text{tiempo de respuesta real})}{\text{límite de tiempo estandarizado}} \times 100$
	Cognivue [38]	<ol style="list-style-type: none"> A. Visuomotor testing (motor control, visual salience) B. Perceptual processing (letter, word, shape, motion) C. Memory testing (letter, word, shape, motion) 	Las puntuaciones se correlacionan con dominios del procesamiento verbal, velocidad, agudeza visual , función visuoespacial , orientación y secuenciación.	Mediante un análisis factorial
	BHA- CS [39]	<ol style="list-style-type: none"> Favorites (Memory domain Match (Executive and Speed domain Line Orientation (Visuospatial domain) 	Mismos dominios en cada batería BHA	En la prueba
	Inbrain CST [40]	<ol style="list-style-type: none"> 1. The Visual Span Test (VST) 2. The Difficult Naming Test (DNT) 3. Semantic phonemic word fluency test 4. The block Design Test 5. Word place association Test (WPAT) 6. Trail Making Test (K-TMT- A) 7. Trail Making Test (K-TMT- B) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atención 2. Idioma 4. Visoespacial 5. Orientación temporal y memoria 6. Función Ejecutiva 	Número respuestas correctas
	Trail Making Test y Bells Test [27]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trail Making Test (TMT- A) 2. Trail Making Test (TMT- B) 	dominios cognitivos: velocidad psicomotora y flexibilidad mental y funciones ejecutivas y atención .	Tiempo, errores cometidos el número de objetivos identificados correctamente
	BHA - CUBAN [41]	Son las misma que la batería BHA	Son las misma que la batería BHA	Son las misma que la batería BHA

	C-ABC [42]	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Touching a moving target</i> 2. <i>The digits order</i> 3. <i>Time orientation</i> 4. <i>The letters-recognition memory test</i> 5. <i>The numbers-recognition memory test</i> 6. <i>The figures-recognition memory test</i> 7. <i>The arithmetic problem</i> 8. <i>Detecting a digit test</i> 	habilidad sensoriomotora, atención, orientación, memoria inmediata y un problema aritmético	El puntaje total de C-ABC varía de 0 a 40 puntos. Cada ítem Los puntajes combinados se evaluaron dividiendo el total de C-ABC y el puntaje de cada ítem por el total y el tiempo requerido de cada ítem y multiplicando por 1000, respectivamente.
	EC-Screen [21]	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Clock -setting test</i> 2. <i>Story test</i> 3. <i>Five-word delayed recognition test</i> 	funciones ejecutivas y las habilidades visuoespaciales flexibilidad mental y función de la memoria	<p>Puntuación y tiempo</p> <ul style="list-style-type: none"> -Puntuación del reconocimiento del retar = 5 -Puntuación prueba del reloj e historia: es dicotomizada correcta o incorrecta -Tiempo: intervalo entre final instrucción y finalización de la tarea <p>Z puntaje y se produjeron 2 modelos</p>
	Smart Aging P. (SG) [24]	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Object search</i> 2. <i>Water flowers while listening to the radio</i> 3. <i>Make a phone call</i> 4. <i>Choose the right object</i> 5. <i>Find the objects</i> 	Función ejecutiva, verbal, espacial.	Se calcula la puntuación global en base a los índices de precisión , tiempo y distancia. Se suman las puntuaciones totales de cada tarea.

9.4 ANEXO 4: VALIDACIÓN, CONFIABILIDAD Y PRECISIÓN DE LAS HERRAMIENTAS COGNITIVAS

N	Instrumentos	N	DCL	DM	OT	Capacidad Discriminar:	AUC	P.C	SN	ESP	Descripción	Validez de constructo	Tamaño efecto	Confiabilidad
1.	TOL [34]	140	29	0	111	Ruptura - DCL Errores - DCL	0,628 0,606	/	0,48 0,45	0,77 0,75	MoCA – RR Moca -Error	- 0,161 a - 0,447 - 0,171 a -0,338		
2.	SIMBAC (IADL) [26]	78	28	49	0	/	/	/	/	/	MMSE	0,85	2,09	0,73
3.	CoCoSc [20]	101	51	0	0	N /DCL	0,78	<30	0,78	0,69	MoCA	0,71	0, 50 a 1.12	
4.	Episodix Gamification (CVLT) [22]	8	3	5	0	Support vector machine (Episodix +CVG)	0.90	/	0.77	0.90	MMSE CVLT	0,06 - 0,92 -1 a 1	/	/
5.	eSAGE [35]	21	24	21	0	DCL-DM- N N-DCL N – DM MoCA	0,88 0,78 0,99 0,88	< 15 <16 <14 <23	0,71 0,63 0,95 0,91	0,90 0,81 0,100 0,67	SAGE MMSE MoCA	0,882 0,6711 0,7577	N- DCL: 1 a 2,82 N-DM: 0,17 a 0,36	/
6.	UCSF Brain Health Assessment [25]	185	99	42	21	N vs DM N vs DCL	0.86 0.82		0.84 0.54	0.100 0.75	CVLT-I	0,77	/	/
7.	BrainCheck Inc. [32]	472	0	25	83	SLUMS Diag. médico	/	21	0,81 0,89	0,94 0,78	SLUMS MMSE MoCA	0,81 0,62 0,77	/	/
8.	CGN_ICA [28]	/	/	/	/	/	/	/	/	/	MoCA ACER -R MMSE BICAM	0,46 - 0,55 0,60, p <10-6) 0,33, p <0,01 0-54 – 0,80	/	0,96 (p <10-7)
9.	VSM [23]	52	37	0	0	DCL y N MMSE	/	/	0,74 0,71	0,85 0,85	Batería (rho)	0,209 a 0,616	/	/
10.	CompBased-CAT [36]	746	27	0	0	N -DCL	0,85	<24.	0,81	0,77	MMSE.	0,24 -0,51	/	/
11.	CogEvo [37]	121	103	48	0	N-DM -DCL SN-DCL SN-DM	/	809 995 101	0,70 0,78 0,85	0,60 0,54 0,70	MMSE®	0,2973	/	/
12.	Cognivue [38]	120	173	108	0	Concordancia % Positiva y negativa	/	/	/	/	SLUMS	0,82	/	0,99 (P < 0,001)
13.	BHA- CS [39]	451	289	110	0	N vs deteriorados MoCA	0,919 0,849	0,85	0,84 0,73	0,84 0,62	MoCA	0,75	/	0,89
14.	Inbrain CST [40]	480	42	39	0	N-deterioro N-DCL N +DCL - OT	0,879 0,812 0,930	50,4 51,9 39,1	0,84 0,80 0,82	0,845 0,762 0,828	MMES	0,852	/	0,492-0,914, (175)
15.	Trail Making Test y Bells Test [27]	22	49	12	0	eventos de error-TMT y target-TMT	/	/	0,86	0,99	TMT(rho) Bell	0,70 a 0,78 0,39	/	=0,96; P < .001).

16.	BHA -CUBAN [41]	53	46	47	0	N vs Deterioro N vs DCL	0,95 0,94	/	0,91 0,71	0,85 0,85	Pruebas tradicionales	-0,25 a 0,85	-0,07 a 0,46	/
17.	C-ABC [42]	367	137	336	0	DM vs (DCL y NC) MCI de NC	0,875 0,782	128,47 136,47	0,92 0,81	0,67 0,67	MMSE	0,753, P < 0,001;	/	/
18.	EC-Screen [21]	126	54	63	0	(DCL + DM) vs N DM vs (DCL + N)	0,87 0,90	0,43 0,22	0,81 0,83	0,80 0,83	HK-MoCA	-0,67	/	/
19.	Smart Aging P. (SG) [24]	23	23	25	20	N vs. deterioro;	0,937	/	/	/	MMSE MoCA	0,37 0,64	/	/